This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06272221 4

1-6
2 l, 329 p.
Tafel iii

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu
Berlin.
TILDEN FOU

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY

Achtzehnter Jahrgang:

1900.

Mit vier Tafeln und Abbildungen im Text.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1900.

A.T.
VA

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
228237
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1901 L

NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS

Inhalts-Verzeichniß.

	Seite
Bekanntmachungen . . . . . 1. 56. 57.	227.
Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Rechnungsjahre 1899 . . .	171
Ueber den Sicherheitsgrad und die Beurtheilung der Festigkeitsversuche nach den Normen für Cementprüfung (Abdr. aus der Thonindustriezeitung 1900, S. 523). Vom Direktor, Professor A. Martens . .	91
Prüfung der Druckfestigkeit von Beton. Vom Direktor, Professor A. Martens	102
Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit von Seildrähten gegen Rosten. Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor M. Rudeloff	107
Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle. Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor M. Rudeloff	293
Brandproben. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	1
Gesteinsuntersuchungen. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	24
Zur Frage des praktischen Werthes der sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	57
Einwirkung von Pferdejauche auf Portland-Cement. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	129
Veränderungen von Cementen in Bezug auf Abbindezeit. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary . . .	160
Mangelhafter Beton. Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	233
Zur Frage des praktischen Werthes der sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben. (Ergänzender Bericht.) Vom Abtheilungsvorsteher M. Gary	241
Normalpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	73
Die Vorbehandlung des Papiers für die mikroskopische Untersuchung. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	86
Erfahrungen mit Normalpapier. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	188
Normalpapiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	266
Holzfreie Papiere. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	279
Kleine Mittheilungen. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg	
Prüfung gestrichener Aktendeckel	55
Quittungskarten-Karton	105
Verstöße gegen Lieferungsbedingungen	169
Die Unterscheidung und chemische Natur von dunklen, pechartigen Rückständen der Destillation von Erdölen, Fetten und Fettsäuren. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und dem Assistenten Dr. J. Marcusson	147
Die Zähigkeitsbestimmung von Erdölrückständen auf dem Englerschen Apparat. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und dem ständigen Mitarbeiter Dr. M. Stange	157
Der Cholesteringehalt der Rinderfußöle. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und dem ständigen Mitarbeiter Dr. M. Stange	255

Seite

Die Prüfung der Penskyschen Flammpunktsprober. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde 263

Untersuchungen über den Angriff des Eisens durch Wasser. Von Ingenieur E. Heyn 38

Die Verwendbarkeit der Metallmikroskopie für die Prüfung der Werkzeugstähle. Von Ingenieur E. Heyn 191

Kupfer und Sauerstoff. Von Ingenieur E. Heyn 315

Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Festigkeitseigenschaften des Papiers. Vom ständigen Mitarbeiter G. Dalén 133

Ueber den Einfluß von Si-Stoffzusatz auf das Abbinden von Portland-Cement. Vom ständigen Mitarbeiter H. Burchartz 143

Traß und Traßmörtel. Vom ständigen Mitarbeiter H Burchartz 203

Druckfestigkeit von Beton. Vom ständigen Mitarbeiter H. Burchartz 228

Versuche zur Abscheidung von Cholesterin und Phytosterin aus Mischungen von fettem Oel mit Mineralöl. Vom Assistenten Dr. J. Marcusson 261

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.
Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVIII. Jahrgang. **1900.** Erstes Heft.

Bekanntmachung.

Die Herren Minister für Handel und Gewerbe, der öffentlichen Arbeiten und der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten haben mittelst Erlasses vom 13. Januar 1900

I. 8067 M. f. H.
III. 20854 / I. D. 18418 M. d. ö. A.
U. I. 24102 M. d. g. A.

an Stelle des verstorbenen Geheimen Oberbergraths Nasse, den Geheimen Oberbergrath von Ammon zum Mitgliede der unterzeichneten Kommission ernannt.

Berlin, den 19. Januar 1900.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.
gez. Schultz.

---

1. Brandproben.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung Ingenieur M. Gary.

In neuerer Zeit machen sich, namentlich auch im Auslande, vielfach Bestrebungen geltend, welche auf eine größere Feuersicherheit der Baukonstruktionen oder auf einen zuverlässigen Schutz brennbarer oder im Feuer ihre Form verändernder Bautheile vor der direkten Einwirkung der Flammen gerichtet sind.

Zahlreiche neue Baustoffe verdanken ihre Entstehung diesem Streben, sind aber erst zum kleinen Theil praktisch erprobt worden. Mit Laboratoriumsversuchen ist hier nichts auszurichten, vielmehr muß der Versuch im großen, der sich den Verhältnissen der Praxis anpaßt, in sein Recht treten. Derartige Versuche sind bisher in Deutschland erst vereinzelt angestellt worden, aus leicht erklärlichen Gründen: sie sind kostspielig und bedürfen eines beträchtlichen Aufwandes an Zeit und Raum. Versuche mit Säulen im Feuer hat meines Wissens zuerst

Bauschinger angestellt[1]), dann hat Möller die Widerstandsfähigkeit eiserner Baukonstruktionstheile untersucht[2]). Aus neuerer Zeit sind die sehr bemerkenswerthen Versuche zu erwähnen, welche im Jahre 1893 in Berlin unter Leitung des verstorbenen Branddirektors Stude stattfanden[3]), und die in Folge der Hamburger Speicherbrände 1895 in Hamburg ausgeführten Feuerversuche mit ummantelten Säulen, die von der Hamburger Baupolizei veranstaltet wurden[4]).

Aus neuester Zeit stammen die hochinteressanten, planmäßig angestellten Versuche des British Fire Prevention Committee, einer Gesellschaft, welche sich in London ausschließlich zu dem Zwecke der Erprobung von Feuerlöschgeräthen und feuersicheren Baustoffen gebildet hat.

Die Versuche der Berliner Feuerwehr vom Jahre 1893 waren deshalb von besonderem Werth, weil sie sich ganz den Verhältnissen bei einem großen Schadenfeuer anpaßten und die verschiedenen Baustoffe so beanspruchten, wie sie in der Wirklichkeit bei dem Brande eines Berliner Wohnhauses unter dem Zusammentreffen einer Reihe ungünstigster Umstände (große Vorräthe von Holz sowie brennbaren und explosionsfähigen Flüssigkeiten, starke Entwickelung von Stichflammen in Folge heftigen Zugwindes u. s. w.) in Anspruch genommen werden können.

Die bei diesen Versuchen sorgfältig durchgeführten Wärmemessungen ergaben, daß trotz starker Stichflammen die entwickelte Wärme an keiner Stelle der brennenden Räume über 1300 C° gestiegen ist. Zumeist wurden etwa 1000 C° gemessen.

Die bei den Berliner und Hamburger Versuchen gesammelten Erfahrungen haben nun Anwendung gefunden bei einer Reihe kleinerer Versuche, die in den letzten 5 Jahren, seit 1898 zumeist auf Veranlassung des Königlichen Polizei-Präsidiums, Abth. III zu Berlin durch die Versuchsanstalt ausgeführt wurden, und von deren Ausfall das Polizei-Präsidium die Zulassung bestimmter Baustoffe oder Bauweisen zu sogenannten „feuersicheren" Wänden oder die Rohbauabnahme bereits eingebauter Konstruktionstheile abhängig machte. Zu bemerken ist, daß es sich hier nicht um „feuerfeste" Baustoffe im eigentlichen Sinne, sondern um solche Stoffe handelt, die genügend „feuersicher" sind um „feuertrennend" zu wirken, d. h. ein Schadenfeuer von dem Ueberspringen aus einem Raum in den anderen abzuhalten.

Das Entgegenkommen der Antragsteller ermöglicht die Veröffentlichung dieser Versuche, die — des wünschenswerthen Vergleiches wegen — nach Möglichkeit übereinstimmend ausgeführt wurden. Die Abweichungen, welche in einzelnen Fällen nicht zu umgehen waren, um besonderen Wünschen der Antragsteller oder dem Zweck der Versuche Rechnung zu tragen, sind in der nachstehenden Schilderung kenntlich gemacht oder aus der folgenden tabellarischen Zusammenstellung ersichtlich, welche auch ein Verzeichniß der geprüften Materialien enthält.

---

[1]) J. Bauschinger: Ueber das Verhalten gußeiserner, schmiedeeiserner und steinerner Säulen im Feuer. — „Mittheilungen München" 1885 Heft 12 und 1887 Heft 15.

[2]) M. Möller und R. Lühmann: Ueber Widerstandsfähigkeit auf Druck beanspruchter eiserner Baukonstruktionstheile bei erhöhter Temperatur. „Verh. d. Vereins z. Beförd. d. Gewerbefleißes" 1887 S. 571.

[3]) Bericht über die am 9., 10. und 11. Februar 1893 in Berlin vorgenommenen Prüfungen feuersicherer Baukonstruktionen. Berlin, Verlag von Jul. Springer 1893.

[4]) Vergleichende Versuche über die Feuersicherheit von Speicherstützen. Kommissions-Bericht, erstattet im Auftrage des Hamburger Senates. Hamburg, Verlag von Otto Meißner 1895 und 1897.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
3 ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

Lfd. Nr.	Prüfungs-Nr.	Der Prüfung unterworfene Konstruktion	Alter des Versuchshauses beim Versuch	Verbranntes Holz cbm	Dauer der Flammenwirkung	Höchste erreichte Wärme C°	Nachstehend Fig. Nr.
I	10	Bausystem Voltz für inneren Hausausbau D. R. P. Nr. 75 480.	1 Tag	etwa 3 cbm	1 Std.	1000	1. 2.
II	1037	Wand- und Deckenplatten der Ersten Dresdener-Gipsplattenfabrik, Löschcke & Oelt, Dresden	2 Tage	3	1 Std.	1100	3. 4.
III	1057	Holzwolle-Gipsdielen, System Schwarz, D. R. P. Nr. 65 276 und 70 765.	2 Tage	3	1 Std.	1100	5.
IV	1366	Gipsplatten unbekannter Herkunft.	etwa 3 Monate	3	1 Std.	1100	6.
V	1370	Gipsplatten „Ideal" für innere Verkleidung und Rabitzwand, Höfchen & Peschke, Berlin	8 Tage	4	1 Std.	1000	7—11
VI	1441	Quadratische Gipsplatten, D. R. G. M. Nr. 113 872 H. Passow & A. Mütz in Berlin	1 Tag	6	1 Std.	1000	12. 13.
VII	1514	Gipsdielen von Friedr. Kranz in Berlin	21 Tage	3½	1 Std. 20 Min.	1080	14. 15.
VIII	1549	Scagliol-Bautafeln (Hartgipsplatten) von M. Czarnikow & Co. in Berlin	8 Tage	4½	1 Std.	1060	16—18
IX	1132	Bauwand mit Maschengewebe (Triumphwand) von Paul Wagenknecht in Berlin	3 Tage	3	1 Std.	1030	19.
X	1346	Feuerfeste Drahtziegel (System Stauß), P. Stauß & H. Ruff in Cottbus	27 Tage	8	1 Std.	1100	20.
XI	1322	Kalksandziegel von W. Olschewsky in Coswig i. A. und Birkenwerder Klinker.	20 Tage	8	1 Std. 10 Min.	1000	21.

Alle Versuche wurden an kleinen aus dem zu prüfenden Material unter Aufsicht der Versuchsanstalt errichteten Häuschen ausgeführt, die aus einem Feuerraum A von etwa 2—3 m im Geviert und einem etwas kleineren Beobachtungsraum B bestanden. Beide Räume waren durch Thüreingänge von außen zugänglich und durch eine zu prüfende Zwischenwand getrennt. Aus dem Feuerraum A führte ein weiter Schornstein durch die Decke ins Freie. Vor dem Versuch wurde auf dem Boden dieses Raumes aus hochkant gestellten Ziegeln eine Art Rost errichtet, und über diesem gespaltenes Kiefernscheitholz aufgeschichtet, welches stark mit Oelrückständen und Petroleum begossen und entflammt wurde. Während einer Stunde oder länger wurde das Feuer durch Nachwerfen von Holz genährt und die erreichte höchste Wärme mit Hülfe von Seger-Kegeln, die an verschiedenen Punkten in Chamotteschälchen aufgehängt wurden, oder mit Hülfe eines Pyrometers (Thermo-Element) Bauart Le Chatelier oder Siemens und Halske festgestellt. In allen Fällen erreichte die Wärme mindestens etwa 1000 C° und entwickelte sich eine mächtige Flamme, die hoch zum Schornstein hinausschlug.

Nach wenigstens 1 stündiger Brennzeit wurde das Feuer von der Feuerwehr — die gleich der Berliner und Charlottenburger Baupolizei zu allen Versuchen zugezogen wurde — mittels Hydranten oder Handdruckspritze gelöscht, wobei der Wasserstrahl zuerst auf die die Räume A und B trennende, stark erhitzte Zwischenwand gerichtet wurde.

Bemerkt sei noch, daß das Zustandekommen der Versuche wesentlich dem Entgegenkommen der Charlottenburger Tiefbau-Verwaltung, Baurath Bretschneider und des Herrn Reg.-Bauinspektor Adams zu danken ist, welche die Grundstücke Salzufer 21 (Zwischenpumpstation Charlottenburg) und Hardenbergstraße Ecke Fasanenstraße (Neubau der Hochschulen

für Musik und bildende Künste) zur Verfügung stellten und so dem Mangel an einem genügend großen freien Platze abhalfen, der der Versuchsanstalt auf dem eigenen Grundstück nicht zur Verfügung steht.

I. Bausystem Voltz für den inneren Hausausbau, D. R. P. Nr. 75480.

(Versuchsgebäude Fig. 1.)

Das Material bestand aus fertig angelieferten Platten mit ringsum laufender Nuth, die wie Fig. 2 zeigt, im Bau versetzt werden. Die Platten werden in Längen von 50 cm bei 33 cm Höhe und 7 und 10 cm Dicke und in Längen von 1 m bei derselben Höhe mit 3,5; 4; 5 und 6 cm Dicke angefertigt.

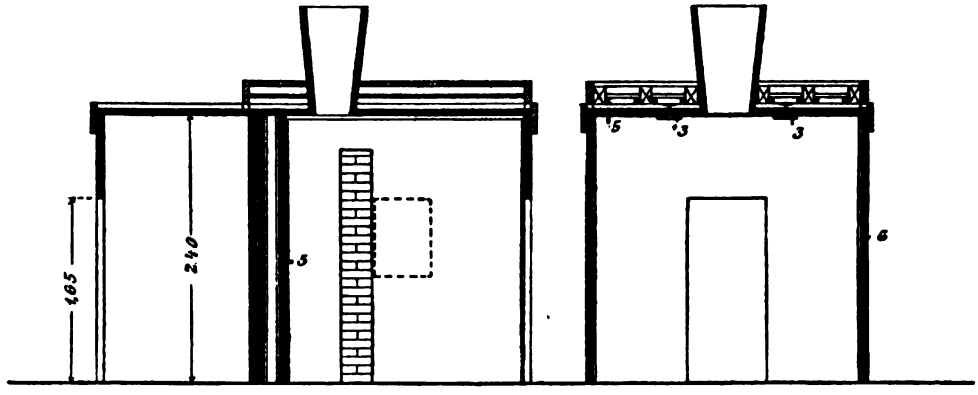
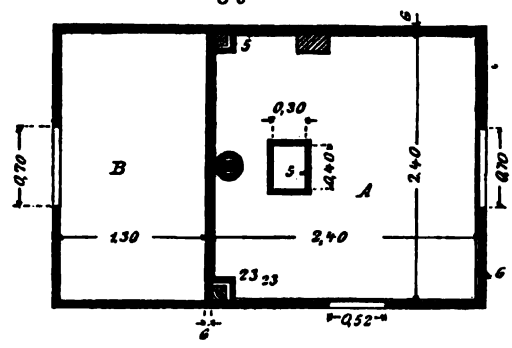


Fig. 1.



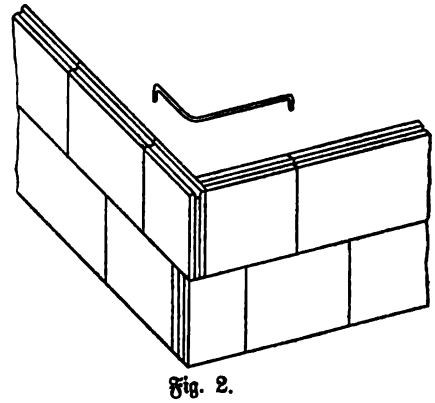


Fig. 2.

Die Platten 50 . 33 cm wiegen bei 7 cm Dicke etwa 11 kg und 1 qm 66 kg
„ 10 „ „ „ 14 „ „ 1 „ 84 „

Bei dem Bau des Versuchshäuschens wurden die Rillen zwischen den Platten durch eingegossenen Gipsmörtel ausgefüllt. Die Wandplatten waren 6, die Deckenplatten 5 cm stark. Im Inneren des Raumes A waren 3 hölzerne Balken senkrecht aufgestellt und mit Voltzscher Patent-Masse ummantelt. Auch die Unterseite der die Deckenplatten tragenden beiden I-Träger wurde 3 cm stark mit Patentmasse ummantelt. Nach Fertigstellung des Häuschens wurden die Innenwände und die Decke des Raumes A mit einem etwa 5 mm starken Putz versehen. An einer Seitenwand wurde ein kleiner Pfeiler aus Ziegelsteinen

mittlerer Güte mit Gipsmörtel aufgemauert, um das Verhalten der Ziegel im Feuer zu den Voltzschen Platten in Vergleich stellen zu können.

Das Gebäude wurde am 28. März 1895 vollendet und noch an demselben Tage geprüft.

Nachdem im Raum A Scheitholz aufgestapelt und mit Petroleum getränkt war, wurde in die Mitte des Holzstoßes eine aus Voltzscher Masse hergestellte Kassette gelegt, welche Stücke von Schwefel, Pech und Papier enthielt.

Versuchsergebniß: Nach 3 Minuten Brennzeit zeigten sich in den Wänden einzelne feine Fugenrisse, die sich allmählich, so lange die Entwickelung des Wasserdampfes, verursacht durch die in dem noch feuchten Mörtel enthaltene Feuchtigkeit, fortdauerte, etwas erweiterten und sich nachher, sobald im Verlaufe des Brandes die Fugen ausgetrocknet waren, fast gänzlich wieder schlossen.

Nach 6 Minuten Brennzeit wurde in einer Platte der Seitenwand ein feiner senkrechter Querriß sichtbar; nach 15 Minuten zeigten sich weitere Querrisse in anderen Platten. Nach 20 Minuten Brennzeit lösten sich Theile des Wandputzes und 10 Minuten später auch solche des Deckenputzes los.

Zu derselben Zeit trat merkliche Erwärmung der Wände ein, welche stetig zunahm und namentlich in den Fugen, d. h. an den Stellen, an welchen der Wasserdampf heraustrat, derart stieg, daß Berührung mit der Hand nicht mehr möglich war, während die vorher ausgetrockneten Platten bis zum Schlusse des Brandes Berührung mit der Hand zuließen. Im übrigen erlitten während der Dauer der Probe die Wände und die Decke keinerlei dem Auge wahrnehmbare Veränderungen. Die im Raume B an der Zwischenwand hängenden Papierbogen und Tüllgardinen blieben unversehrt.

Nach dem Löschen des Feuers zeigte sich Folgendes:

Das Aeußere des Gebäudes hatte an Form und Aussehen keine Veränderung erlitten. Der Wand- und Deckenputz war zum größten Theil losgelöst, die unterhalb des Putzes liegenden Wandflächen waren aber unversehrt und fest.

Ein innerhalb des Mantels der mittleren Holzstütze angebrachtes Maximum-Thermometer zeigte nur $+86{,}5\,C^0$. Die ummantelten Holzbalken und die innerhalb ihres Mantels befestigten Holzspähne waren unversehrt. Die kurz vor Beginn der Feuerprobe fertig gestellte Ummantelung der I-Träger war rißfrei und fest geblieben.

Die Ziegelsteine des Pfeilers im Raume A waren sämmtlich gesprungen und zeigten starke Abblätterungen der Oberfläche. Die inmitten der Gluth gelagerte Kassette war unbeschädigt. Das darin enthaltene Stück Schwefel blieb scharfkantig und das Papier unversehrt und weiß. Das Pech war geschmolzen. Die Wärme im Raume B war von $13\,C^0$ auf $60\,C^0$ gestiegen, sichtlich in Folge des sich in den Fugen der Seitenwand entwickelnden Wasserdampfes.

Erfolg: Wie der Antragsteller mittheilte, hat der Staatssekretär des Reichs-Marine-Amtes die Kaiserlichen Werften auf die Voltzsche Masse aufmerksam gemacht und die Kaiserliche Werft Kiel hat mit 5 cm starken Voltzschen Platten im September 1895 eine ähnliche Brandprobe, wie die geschilderte der Versuchsanstalt, im wesentlichen mit demselben Erfolge ausgeführt. Auch bei dieser Probe war unter die Decke ein 10 cm hoher I-Träger gelegt, der aber durch ein 5 cm starkes Gasrohr gestützt und mit 500 kg belastet wurde. Träger und Stütze wurden mit Voltzscher Masse ummantelt. Das Anspritzen der heißen Ummantelung und der Wandfläche erzeugte

keine Riſſe, die Maſſe blieb zähe. In dem Beobachtungsraum, der vollſtändig geſchloſſen war und nur ein Beobachtungsfenſter beſaß, war die Wärme bis auf 83° C geſtiegen.

Dieſe Verſuchsergebniſſe haben dem Vernehmen nach die Kaiſerliche Werft veranlaßt, die Voltzſche Maſſe für den feuerſicheren Schutz von eiſernen Trägern und Säulen in Ausſicht zu nehmen.

II. Wand- und Deckenplatten der Erſten Dresdener Gipsplattenfabrik, Löſchcke & Opelt, vertreten durch J. H. Schäffer, Berlin, Halleſches Ufer 12/13. D. R. G. M. Nr. 58494.

(Verſuchsgebäude Fig. 3.)

Das Material: Nach Angabe des Antragſtellers beſtehen die Platten aus 20 Theilen Harzer Gips, 4 Theilen Sägeſpähnen oder Maſchinen-Hobelſpähnen von harten Hölzern, $^1/_2$ Theil Magneſit und etwa $^1/_{10}$ Theil Chlormagneſium in Waſſer gelöſt. Die Wandplatten ſind 170 cm lang, 30 cm breit und 5 cm dick, die Deckenplatten 170 cm lang, 50 cm breit und 2,5 cm dick. Auf der Breitſeite haben die Platten, um gutes Haften des Putzes zu bewirken, unter ſich gehende, wellenartig geſtaltete Riefen. Die Wandplatten ſind an den Kanten mit halbkreisförmig geſtalteter Nuth und Feder verſehen, die Deckenplatten ſind im Querſchnitt trapezförmig, ſo daß zwiſchen ihnen im Querſchnitt dreieckige Fugen bleiben, die mit Gips ausgeſtrichen werden.

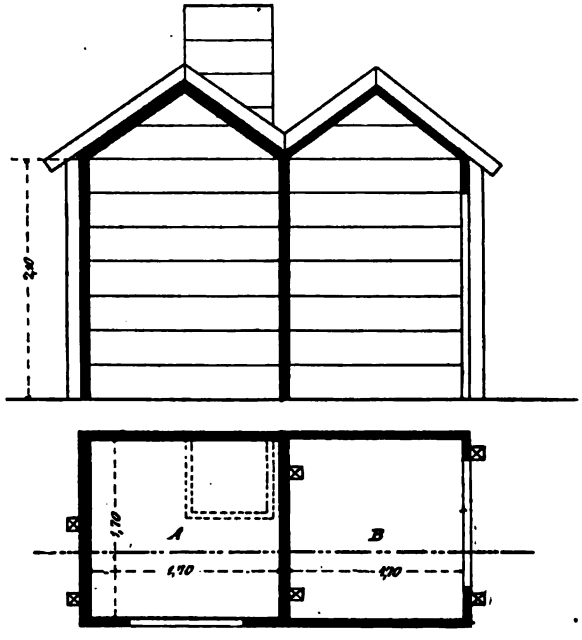


Fig. 3.

Mit der Bauausführung des Verſuchshäuschens wurde am 23. Mai 1898 begonnen. Beim Aufbau ließen ſich die Platten ſägen, nageln und behauen. Die Eck- und Stoßverbindungen wurden unter Zuhilfenahme von eiſernen Verbindungsſtücken hergeſtellt, die aus ⊔-förmig gebogenen, 45 mm breiten und 1 mm ſtarken Bandeiſen beſtanden (Fig. 4) und an die Gipsdielen feſtgenagelt wurden. Außerdem wurden die Verbindungsſtellen mit friſch angerührtem, zur Verzögerung des Abbindens mit Leimmaſſe angemachtem Gips verſtrichen und ausgegoſſen und mit je 2 Holzſchrauben verſchraubt.

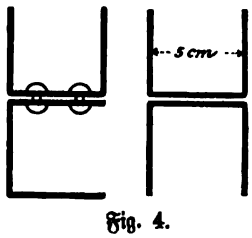


Fig. 4.

Nach Aufbau der Wände und Fertigſtellung des Daches wurden um das ganze Häuschen, wie Fig. 3 zeigt, zwei Holzrahmen gelegt. Der Feuerraum A wurde innen geputzt.

Am 24. Mai war der Bau vollendet und am 26. Mai wurde bereits die Brandprobe ausgeführt.

Versuchsergebniß: Fünf Minuten nach Entzündung des Feuers begann der Putz von den Wänden theilweise abzufallen; gleichzeitig erfolgte starker Wasserdampfaustritt aus den Fugen. Nach 50 Minuten fiel eine der von unten über die Fugen der Decke genagelten dünnen Gipsplatten herab. Die eisernen Verbindungsbleche und Schrauben erwärmten sich während des Versuches so, daß sie mit der Hand nicht mehr dauernd berührt werden konnten.

Nach Löschung des Feuers zeigte sich der Putz im Innern des Gebäudes zum größten Theil von den Wänden losgelöst. Die bloßgelegten Gipsdielen waren in dünner Schicht bröckelig geworden und da, wo das Löschwasser sie berührt hatte, aufgeweicht; die Außenflächen waren unversehrt. Auch die Holzrahmen waren unversehrt. Das im Raum B an der Zwischenwand hängende Maximumthermometer zeigte 31 C° an.

Erfolg: Auf Grund der Feuerprobe hat das Königl. Polizei-Präsidium Berlin nur die polizeiliche Genehmigung zur Verwendung der Platten zu Wänden als Ersatz für bekleidete, unbelastete hölzerne Scheidewände ertheilt.

Die Platten sind in Berliner Privathäusern vielfach verwendet worden. Als Vorzüge rühmt man ihnen Trockenheit und Standsicherheit der Wände nach. Schrauben, Nägel und Haken sollen in den Platten wie in Holz haften.

III. Holzwolle-Gipsdielen, System Schwarz. D. R. P. Nr. 65276 und 70765. Vertreter Bodo Hammer, Forst i. L.

(Versuchsgebäude Fig. 5.)

Das Material bestand aus sogenannten Holzwolle-Gipsdielen von 200 . 30 . 5 cm, welche an den Längskanten in einander greifende Falze besaßen und sich sägen, nageln und behauen ließen.

Mit dem Bau des Versuchshäuschens wurde am 10. Juni 1898 begonnen, indem zuerst das Holzgerüst errichtet und mit einem Dache aus 2 cm starken Brettern versehen wurde, auf welche Dachpappe aufgenagelt wurde. Die Gipsdielen sind dann in diese Holzkonstruktion so eingebaut worden, daß zwischen den Dielen und dem Holz, abgesehen von den Deckendielen, welche an den Deckenbalken festgenagelt waren, keine Verbindung bestand. Die Fugen wurden mit frisch angerührtem Gips ausgegossen und verstrichen. Die dem Eingang zum Feuerraum A gegenüber liegende Wand a wurde mit Gips verputzt. Am 13. Juni 1898 war der Bau vollendet. Die Prüfung erfolgte am 15. Juni 1898.

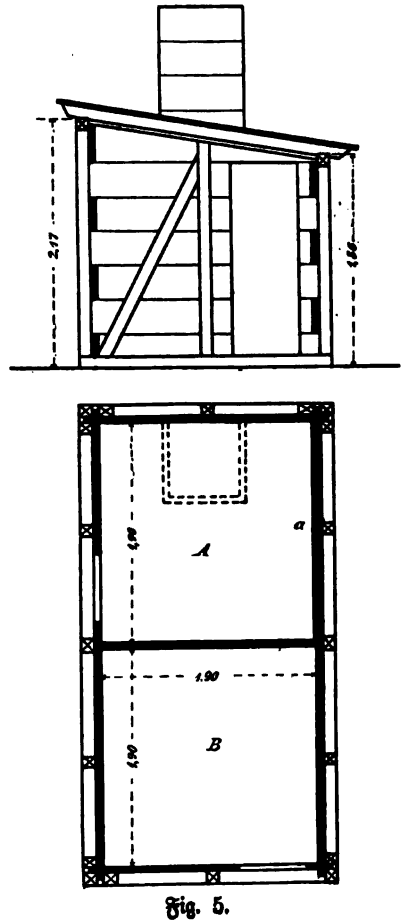


Fig. 5.

Versuchsergebniß: Nach etwa einer Stunde Brennzeit zeigten sich an der Außenseite des Brandraumes Risse in den Fugen. Nach Löschung des Brandes war der Putz im Inneren des Gebäudes zum größten Theil von der Wand losgelöst. Die Gipsdielen

waren an der vom Feuer beſpülten Innenfläche bröckelig geworden und dort, wo das Löſchwaſſer ſie berührt hatte, aufgeweicht. Die Außenflächen waren unverſehrt. Die Holzkonſtruktion war, abgeſehen von einigen, von der herausſchlagenden Flamme berührten und in Folge deſſen angekohlten Stellen unverſehrt geblieben. Das an der Zwiſchenwand im Raume B angebrachte Maximum-Thermometer zeigte 46,5 C°.

Erfolg: Die polizeiliche Genehmigung zur Verwendung der Holzwolle-Gipsdielen iſt nur als Erſatz für beiderſeitig geputzte Bretterwände allgemein ertheilt worden, nicht aber für Herſtellung von Wänden anderer Art (Ofenſtreifen, Schloten u. ſ. w.) da die Baupolizei die Feuerfeſtigkeit der Platten durch den Verſuch noch nicht für erwieſen hält.

Bedingung für die Zulaſſung iſt die Gleichartigkeit der zum Bauen benutzten Platten mit denen, welche bei dem Verſuch verwendet worden ſind. Die Dielen müſſen miteinander ſowie mit ihren Umfaſſungen dichtſchließend verbunden werden.

IV. Gipsplatten unbekannter Herkunft.

Die Firma des Antragſtellers wünſcht nicht genannt zu ſein.

(Verſuchsgebäude Fig. 6.)

Das Material beſtand aus Gipsplatten von 100 cm Länge, 50 cm Breite, 6 cm Dicke mit ringsumlaufender halbkreisförmig geſtalteter Nuth.

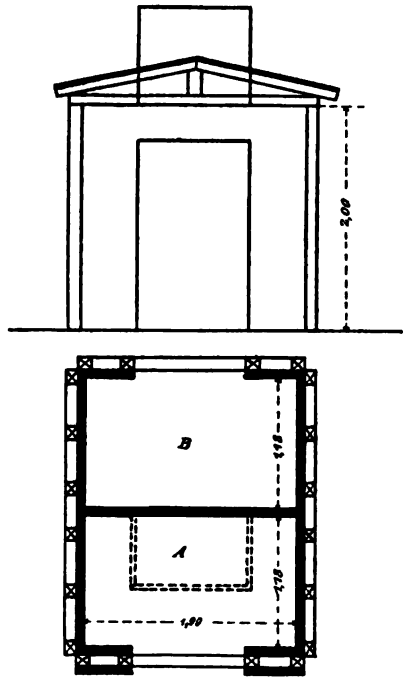


Fig. 6.

Mit dem Bau des Verſuchshäuschens wurde am 15. Mai 1899 durch Errichten eines Holzgerüſtes begonnen, welches von Innen mit den Gipsplatten bekleidet wurde, wobei die Platten in Gipsmörtel verſetzt wurden. Die Deckenplatten ſind außerdem noch mit Drahtſtiften an den überliegenden Kanthölzern befeſtigt worden. Der Bau wurde in Folge mehrfach vorzunehmender Aenderungen erſt am 2. Auguſt 1899 vollendet und die Prüfung am 11. Auguſt vorgenommen.

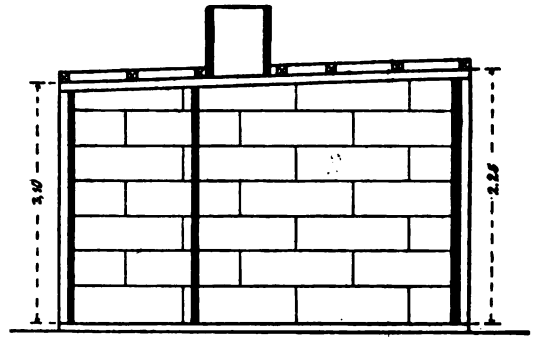
Verſuchsergebniſſe: Während des Verſuches fand aus den Platten und den Fugen, welche bereits bei Beginn der Feuerprobe Riſſe zeigten, ſtarke Waſſerverdampfung ſtatt. Im Laufe des Verſuches erwärmten ſich die Platten derart, daß ſie kaum noch mit der Hand berührt werden konnten und die Sparren und Stiele des Holzgerüſtes zu ſchwelen begannen. Nach dem Ablöſchen waren die vom Löſchwaſſer getroffenen Platten mürbe und vollſtändig aufgeweicht; ſie konnten mit der Hand leicht zerſtört werden. Die übrigen Platten waren mürbe und bröckelig. Die den Brandraum A einſchließenden Wände hatten ſich in den Fugen gelockert.

V. Gipsplatten „Ideal" für innere Verkleidung, und Rabitzwand. Höfchen & Peschke, Berlin.

(Versuchsgebäude Fig. 7.)

Das Material bestand aus Gipsplatten von 100 cm Länge, 30 cm Breite und 5 cm Dicke, die an je zwei aneinander stoßenden Kanten eine Nuth und an den beiden anderen Kanten eine Feder von rechteckigem Querschnitt aufweisen. Die Flachseiten waren mit längslaufenden Riefen versehen.

Mit dem Bau des Versuchshäuschens wurde am 14. April 1899 durch Errichtung des Holzgerüstes begonnen, welches von innen mit Gipsplatten verkleidet wurde. Dabei wurden die Platten in Gipsmörtel (Gips, Kalkmörtel, Leimwasser) versetzt und die Endplatten an Wand und Zarge mit Bankeisen, die Stöße mit übergenagelten Bandeisen verbunden.



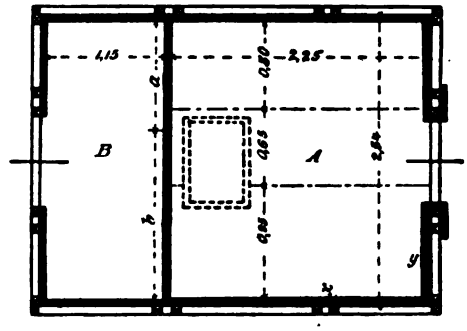


Fig. 7.

Die zwischen den Räumen A und B gezogene Wand bestand nur auf 1 m Breite aus Gipsplatten (a), der übrige Theil war als Rabitzwand (b) gefertigt.

Die Decke im Brandraum A bestand in 80 cm Breite aus gerohrter und geputzter Schalung und daran anschließend in 65 cm Breite aus Gipsplatten, welche nach Maßgabe von Fig. 8 zwischen Sparren auf Holzleisten verlegt waren; die Sparren waren gerohrt und geputzt. Der übrige Theil der Decke von 95 cm Breite war ebenfalls aus Gipsplatten hergestellt, welche auf Blechstreifen nach Fig. 9 zwischen den Sparren lagerten. Diese Sparren waren mit Drahtgewebe bespannt und geputzt. Zwei Umfassungswände des Brandraumes, in Fig. 7 x, y bezeichnet, waren innen in der ganzen Höhe des Raumes geputzt, der Eingang zum Raume A mit Gipsplatten verkleidet.

Fig. 8.

Fig. 9.

Am 19. April 1899 wurde der Bau vollendet und mittelst eiserner Oefen in beiden Räumen ausgetrocknet. Die Prüfung erfolgte am 27. April 1899.

Versuchsergebniß: Kurz nach Entflammung des Holzstoßes begann der Putz von der Decke herabzufallen; 5 Minuten später zeigten sich an der dem Raum B zugekehrten Seite der Rabitzwand Netzrisse unter gleichzeitiger starker Wasserverdampfung und Ausbauchung der Wand. Nach weiteren 5 Minuten war der gerohrte und geputzte Theil der Decke durchgebrannt. Nach $^3/_4$ Stunden fiel der Schornstein in Folge Abbrennens der ihn tragenden Sparren in den Feuerungsraum hinab. Während des Ablöschens stürzte auch der

Fig. 11. Zwischenwand vom Brennraum A aus.

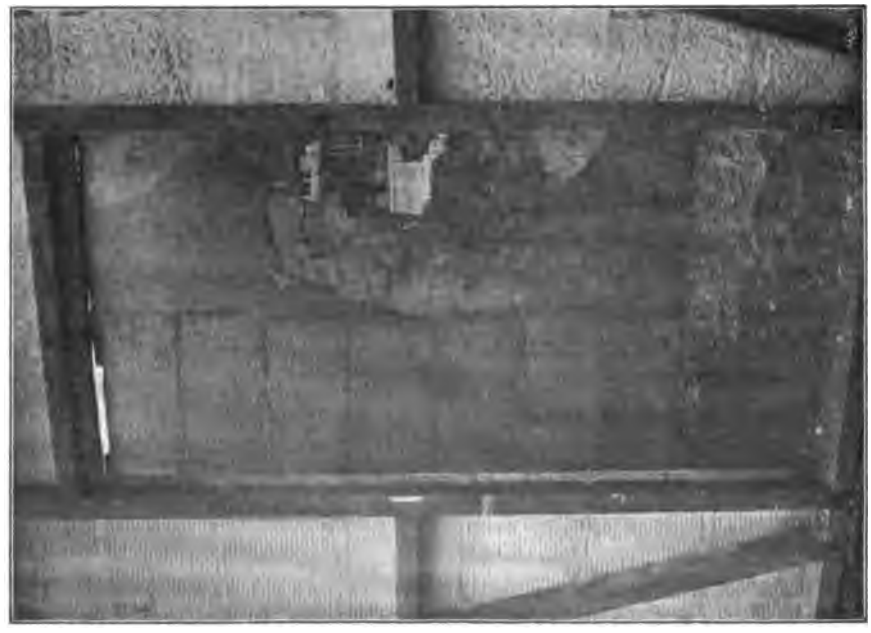


Fig. 10. Zwischenwand vom Beobachtungsraum B aus.

aus Gipsplatten hergestellte Theil der Decke ein, welchem die halb verbrannten Sparren keine genügende Unterstützung mehr boten.

Der beim Löschen wie üblich vom Raume A aus auf die Zwischenwand gerichtete Wasserstrahl durchbohrte sogleich die Rabitzwand und warf deren Mörtel beiderseitig herab; in den Gipsplatten hinterließ der Wasserstrahl tiefe Furchen, die das innere Gefüge der Platten freilegten, diese selbst aber nur an einer kleinen Stelle durchdrangen.

Fig. 10 und 11 zeigen den Zustand der Zwischenwand nach beendigtem Versuch.

Die vom Putz befreiten Gipsplatten, und auch die Platten um den Eingang zum Brandraum waren in dünner Schicht bröckelig und mürbe geworden, und da, wo das Löschwasser sie berührt hatte, aufgeweicht. Die Fugen schlossen aber noch dicht. In der Zwischenwand und einer Seitenwand hatte sich unterhalb der Decke ein Riß gebildet.

Die Außenflächen der Gipsplatten waren unversehrt, hatten sich jedoch im Laufe des Versuchs derart erwärmt, daß sie eben noch mit der Hand berührt werden konnten.

Beim Bespritzen der Außenseiten des Gebäudes mit Wasser sprangen unter schwachem Knall dünne Schichten von den Gipsplatten ab.

Die Wärme der Zwischenwand wurde im Raum B sowohl hinter den Gipsdielen als auch hinter der Rabitzwand gemessen. Die Ergebnisse der Ablesungen enthält die Tabelle.

Zeit der Beobachtung	Gipsplatten		Rabitzwand	
	Ablesung der Thermometer in C°			
	links	rechts	links	rechts
9¹⁵*	14	14	14	14
9²⁶	18	18	60	48
9³⁵	50	35	68	58
9⁴⁰	52	40	68	58
9⁵²	52	40	68	58

* Bei der Entflammung des Holzstoßes. Nullablesung.

Erfolg: Auf Grund des Versuches hat der Polizei-Präsident zu Berlin die allgemeine Genehmigung zur Herstellung der Gipsplattenwände V als Ersatz für beiderseitig geputzte Bretterwände innerhalb der Stadtkreise Berlin- und Charlottenburg unter folgenden Bedingungen ertheilt:

1. Zur Herstellung von Wänden anderer Art, sowie von Ofenstreifen, Schloten, Luft- und Heizkanälen, Schornsteinen, Aufzugsschächten und dergl. dürfen die Gipsplattenwände nicht verwendet werden;
2. Die Wände dürfen nur aus Platten von mindestens 5 cm Stärke ausgeführt werden und müssen hinsichtlich ihrer Konstruktion und ihrer Materialien genau den (dem Präsidium eingereichten) Zeichnungen und Beschreibungen entsprechen. Die Wände sind beiderseitig zu verputzen, auch dürfen bei Herstellung derselben nur beste Materialien zur Verwendung gelangen. Die Gesammtstärke der Wände einschließlich Putz muß mindestens 8 cm betragen.
3. Die allgemeine Genehmigung wird nur den Antragstellern persönlich ertheilt. Bei einem etwaigen Wechsel der Firmeninhaber, bezw. bei einem Verkaufe des Geschäftes oder der etwaigen Uebertragung der Ausführungen an einen General-Vertreter ist jedesmal ein neuer Antrag zu stellen.

Bei Nichterfüllung der unter 1—3 aufgeführten Bedingungen wird die allgemeine Genehmigung zurückgezogen und den betheiligten Kreisen Mittheilung gemacht.

Die vorstehende Genehmigung hat die Baupolizei nur unter der Bedingung ertheilt, daß sich die Firma verpflichtete, auch nach ertheilter allgemeiner Genehmigung Untersuchungen über die Art der verwendeten Materialien, sowie über die Stärke und Anordnung der einzelnen Konstruktionstheile, welche das Polizei-Präsidium in Einzelfällen etwa verlangen sollte, sofort vorzunehmen. Zu den unter 1. aufgeführten Verwendungsarten sind die Platten dem Vernehmen nach deshalb nicht zugelassen, weil die Plattenwände Fugen aufweisen, die sich bei einer auf Balken stehenden Wand lockern und den Zusammenhang der Wände stören könnten.

Die Platten sind bisher nur zu Privatbauten verwendet worden.

VI. Gipsplatten, quadratisch mit diagonalen Fugen. D. R. G. M. Nr. 113872. H. Passow und A. Mütz in Berlin.

(Versuchsgebäude Fig. 12.)

Das Material bestand aus quadratischen Gipsplatten von 40.40 cm und 6,5 cm Dicke aus Gips und Koksasche (Schlacken) hergestellt, deren Kanten nach Maßgabe der Fig. 13 als Nuth und Feder gestaltet und mit kreisrunden Dübel-Löchern versehen waren.

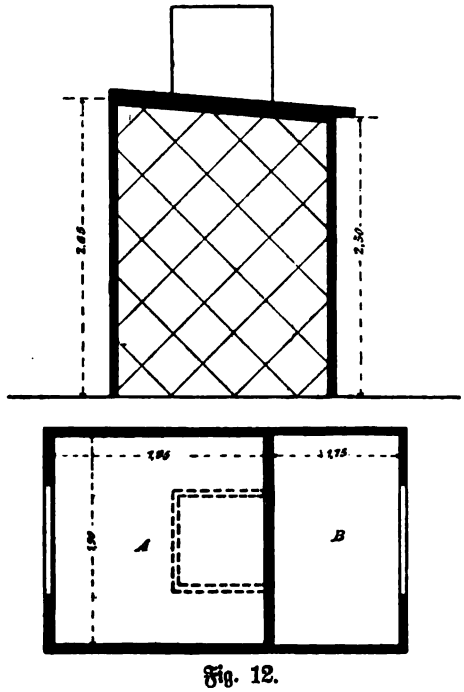


Fig. 12.

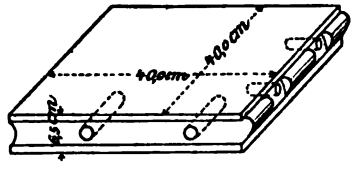


Fig. 13.

Mit dem Bau des Versuchshäuschens wurde am 19. Juni 1899 durch Errichtung des Eisenfachwerkes begonnen. Als Stiele wurden Winkeleisen Profil 5 und als Dachsparren T-Eisen, Profil $^5/_5$, in Abständen von 40 cm verlegt, verwendet. Dieses Fachwerk wurde von innen mit den Gipsplatten in diagonalverlaufenden Fugen ausgesetzt. Das Dach bestand gleichfalls aus Gipsplatten, welche auf die T-Eisen-Sparren gelegt und in den Fugen mit Gips vergossen wurden. Der Schornstein war aus rechtwinklig zusammen gestoßenen Gipsplatten hergestellt und ruhte auf eisernen Wechseln zwischen den Dachsparren. Die Innenflächen des Brandraumes A wurden mit Gipskalkmörtel geputzt. Nach 4 Tagen war der Bau vollendet. Einen Tag später, am 24. Juni, erfolgte die Prüfung.

Versuchsergebniß: Kurz nach Entflammung des Holzstoßes bog sich das Dach in Folge Erhitzung der eisernen Sparren nach unten durch und hob sich in Folge dessen an den Seiten ab; der Schornstein neigte sich nach dem Brandraume zu. Bald darauf zeigten sich an den Wänden des Feuerraumes A und der Trennungswand zwischen A und B in den Fugen Risse, aus welchen starke Wasserverdampfung stattfand. Gegen Ende des Versuches fiel eine Gipsplatte vom Dache in den Raum A hinab.

Nach dem Ablöſchen zeigte ſich der Putz an den Innenflächen des Brandraumes A zum größten Theil erhalten; nur an den vom Löſchwaſſer getroffenen Stellen hatte er ſich von den Wänden losgelöſt. In den Gipsplatten hinterließ der Waſſerſtrahl tiefe Furchen, die das innere Gefüge der Platten freilegten. Die vom Putz befreiten Gipsplatten waren dort, wo das Löſchwaſſer ſie berührt hatte, aufgeweicht; im übrigen hatten die Platten jedoch ihren Zuſammenhang bewahrt.

Die Außenflächen der Wände von A hatten ſich ſtark erwärmt, ſo daß ſie kaum noch mit der Hand berührt werden konnten, waren aber rißfrei geblieben.

Die eiſernen Sparren über dem Brandraume A hatten ſich ſtark durchgebogen.

Erfolg: Auf Grund des Verſuches hat das Berliner Polizei-Präſidium Herren A. Mütz und Maurermeiſter H. Paſſow in Berlin perſönlich unter denſelben Bedingungen, wie ſie unter V. S. 11 aufgeführt wurden, die allgemeine Genehmigung zur Herſtellung der Gipsplattenwände als Erſatz für beiderſeitig geputzte Bretterwände innerhalb der Stadtkreiſe Berlin und Charlottenburg ertheilt. Die Wände dürfen nur aus Platten von 6,5 bezw. 5,5 cm Stärke ausgeführt werden. Sie ſind bereits in einer Reihe von Privatgebäuden in Berlin eingebaut worden, z. B. Alte Poſt, Königſtr. 1—6, Markushof, Blumenſtraße 32, An der Stadtbahn Nr. 41 u. ſ. w.

VII. Gipsdielen eigener Fabrikation von Friedr. Kranz in Berlin.

(Verſuchsgebäude Fig. 14.)

Das Material beſtand aus Gipsplatten von 100 cm Länge, 50 cm Breite und 5 cm Dicke mit Nuth und Feder an den langen Kanten, die untereinander durch Rundeiſenklammern und -Dübel, wie Fig. 15 zeigt verbunden wurden.

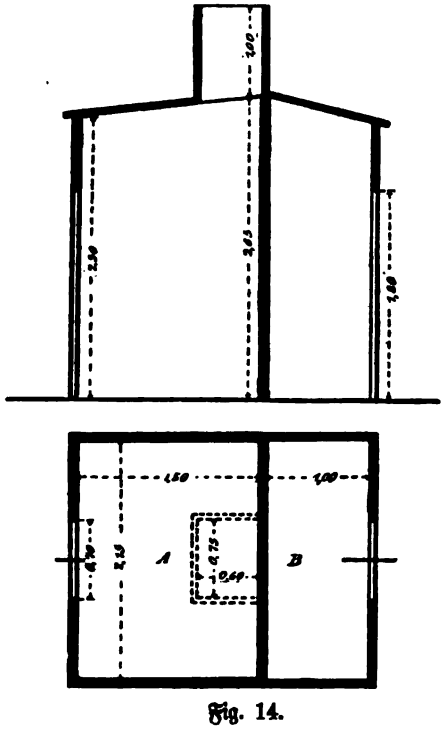


Fig. 14.

Mit dem Bau des Verſuchshäuschens wurde am 3. Juli 1899 begonnen, indem die unterſten Platten auf hölzerne Schwellen geſetzt, die anderen, wie Fig. 15 zeigt, ohne ein Holz- oder Eiſenfachwerk aufgebaut und die Fugen mit

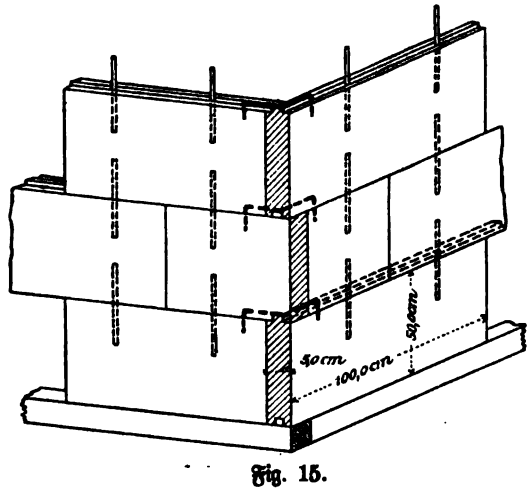


Fig. 15.

Gips vergoſſen wurden. Die das Dach bildenden Platten wurden auf Sparren aus ⊥-Eiſen (Profil $^{8}/_{8}$) gelegt. Die Außenflächen des Gebäudes, ſowie die Innenflächen des Brandraumes

und die dem Beobachtungsraum zu gelegene Fläche der Trennungswand waren mit Gipskalkmörtel etwa 1 cm stark geputzt.

Am 8. Juli wurde der Bau vollendet und am 29. Juli 1899 die Prüfung vorgenommen.

Versuchsergebniß: Kurz nach Entflammung des Holzstoßes zeigten sich an den geputzten Flächen zahlreiche Risse, welche zum Theil in der Richtung der Fugen, zum Theil auch, wie sich beim Loslösen des Putzes an den Außenflächen des Häuschens ergab, in der Richtung von Sprüngen der unter dem Putz liegenden Gipsplatten verliefen; aus ihnen fand starke Wasserverdampfung statt. Nach etwa 30 Minuten fielen Theile des Innenputzes ab. Nach dem Ablöschen zeigte sich der Putz an den Seitenwänden des Brandraumes A fast völlig erhalten, von der Trennungswand hatte er sich zum größten Theil losgelöst. An den vom Putz befreiten Wänden waren die Gipsplatten aufgeweicht und mürbe geworden; von einigen Platten hatten sich Schichten losgelöst, so daß das innere Gefüge und die in einzelne Platten eingelegten Holzstäbe zu Tage traten. Die Außenflächen der Wände und die Trennungswand hatten sich im Laufe des Versuches derart erwärmt, daß sie eben noch mit der Hand berührt werden konnten. Die Wände hatten sich nur wenig geworfen, im übrigen jedoch ihren Zusammenhang bewahrt.

VIII. Seagliol-Bautafeln (Hartgipsplatten) von M. Czarnikow & Co. in Berlin.

(Versuchsgebäude Fig. 16.)

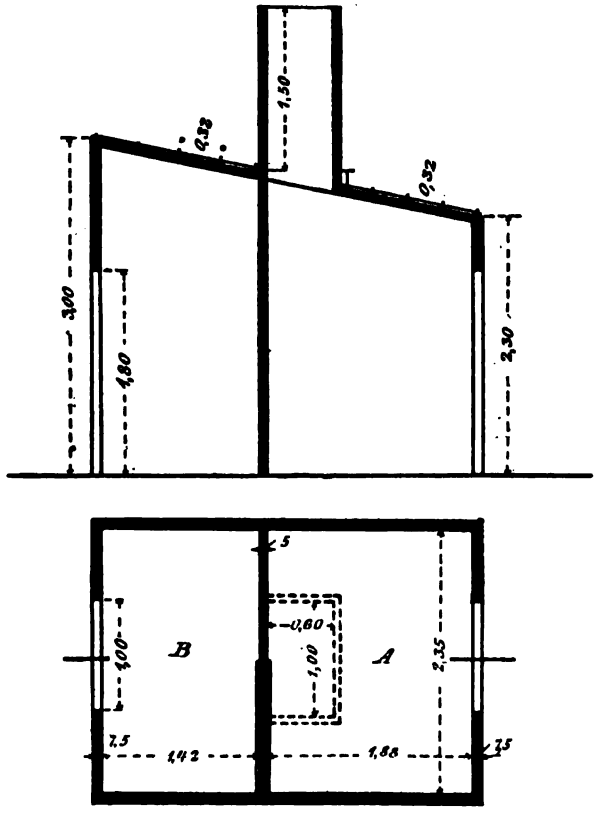


Fig. 16.

Das Material bestand aus Gipsplatten von 60 cm Länge, 40 cm Breite, 7,5 cm Dicke, mit ringsumlaufender Nuth, wie Fig. 17 zeigt.

Mit dem Bau des Versuchsgebäudes wurde am 2. August 1899 begonnen, indem auf gemauertem Fundament die Platten ohne Fachwerk im Verband aufgerichtet wurden. In die Längsfugen wurde 4fach zusammengedrehter Bindedraht eingelegt und mit kleinen Haken an den Platten befestigt. Dann wurden die Fugen mit Gips ausgegossen. Die Trennungswand, aus 5 cm dicken Bautafeln bestehend, war auf beiden Seiten zur Hälfte mit Kalkmörtel geputzt.

Die Decke wurde als Rabitzdecke unter Sparren aus ⊥-Eisen (Profil $^{8}/_{8}$)

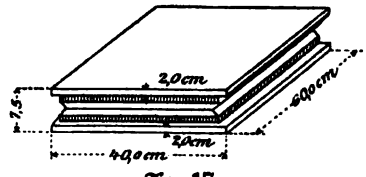


Fig. 17.

die in Abständen von 32 cm lagen und zwischen welche 10 mm starke Rundeisen eingelegt wurden, die das Drahtgewebe trugen, 5 cm stark hergestellt. Am 8. August 1899 war der Bau vollendet; er wurde mit Kokskörben ausgetrocknet und am 16. August geprüft.

Versuchsergebniß: Kurz nach Beginn des Brandes traten in den Fugen und in einzelnen Gipsplatten feine Risse auf, die sich allmählich etwas erweiterten, sich jedoch bis zur Beendigung der Feuerprobe fast vollständig wieder schlossen. Aus dem Putz der Trennungswand fand starke Wasserverdampfung statt, während der Putz von der Decke bald herab zu fallen begann. Nach dem Löschen waren die vom Wasser getroffenen Stellen der Bautafeln mürbe und aufgeweicht; von einzelnen Platten hatten sich dünne Schichten abgelöst, so daß das innere Gefüge der Platten zu Tage trat. Die nicht vom Wasser berührten Platten waren mürbe. Beim Ablöschen fielen auch einzelne Theile des Putzes der Zwischenwand ab. Das Aeußere des Gebäudes hatte an Form und Aussehen, abgesehen von den verbliebenen feinen Rissen in den Fugen und in einzelnen Platten, keine Veränderungen erlitten, wie die photographische Aufnahme nach dem Brande, Fig. 18 zeigt.

Fig. 18. Gebäude aus Scagliol-Bautafeln nach dem Brande.

Am Ende des Versuches waren die Platten außen so warm, daß sie kaum noch mit der Hand berührt werden konnten.

Eine endgültige Entscheidung über die Zulassung dieses Baumateriales zu feuersicheren Wänden hat das Königl. Polizei-Präsidium noch nicht getroffen. Einstweilen sind die Platten in Berlin und Charlottenburg nur geputzt an Stelle von gerohrten und geputzten Holzwänden zugelassen.

IX. Bauwand mit Maschengewebe, genannt „Triumphwand" von Paul Wagenknecht in Berlin.

(Versuchsgebäude Fig. 19.)

Das zu prüfende Material waren Wände, die in ähnlicher Weise wie Rabitz-Wände hergestellt werden, nur daß an Stelle des Drahtgewebes ein 1 m breit liegendes Maschengewebe aus Jutegarn, sogen. Façongewebe verwendet wird.

Zum Bau des Verſuchsgebäudes wurde am 10. Auguſt 1898 zunächſt das Holzfachwerk errichtet und von innen mit dem Gewebe beſpannt. Dazu bedient man ſich 6 mm ſtarker Rundeiſenſtäbe, die oben und unten durch ſchmiedeeiſerne Haken fortlaufend befeſtigt werden. Durch allmähliches Nachſchlagen der Haken wird die erforderliche Spannung des Gewebes erzielt. Die einzelnen Gewebebahnen werden in Abſtänden von etwa 10 cm geſpannt und die Kanten dann durch ſtarkes Garn zuſammen gezogen, ſo daß auch eine horizontale Spannung eintritt. Auf das Gewebe wird eine Miſchung aus Korkſchrot, Gips und Kalkmörtel im Verhältniß 1 : 3 : 2 in verſchiedenen Schichten beiderſeitig aufgetragen; über dieſe Schichten werden verzinkte Eiſendrähte von etwa 1,5 mm Durchmeſſer im Abſtande von 30—50 cm geſpannt[1]) und in eine aus Gips und Kalkmörtel beſtehende Putzſchicht eingebettet, ſo daß die ganze Wandſtärke etwa 5 cm beträgt.

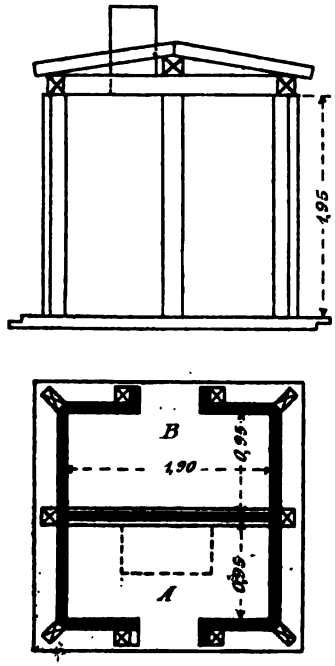


Fig. 19.

Die Decke des Verſuchsgebäudes wurde mit Einlagen aus etwa 7 mm ſtarken Rundeiſenſtäben ausgerüſtet, welche annähernd quadratiſche Felder von ungefähr 30 cm Seitenlänge bildeten.

Am 12. Auguſt 1898 wurde der Bau vollendet und am 15. Auguſt 1898 geprüft.

Verſuchsergebniß: Nach etwa 10 Minuten Brennzeit zeigten ſich an den Wänden Riſſe, aus denen die in den Wänden noch in erheblicher Menge vorhandene Feuchtigkeit in Dampfform entwich. Die Riſſe ſchloſſen ſich gegen Ende des Verſuches faſt vollſtändig wieder.

Während des Brandes löſte ſich ein Theil der Deckſchicht von der Zwiſchenwand los.

Nach Beendigung des Verſuches ließ ſich die obere Schicht von den Wänden leicht entfernen; ſie war bröckelig geworden. Die darunter befindliche Schicht erwies ſich namentlich an den vom Löſchwaſſer getroffenen Stellen als etwas mürbe.

Die Außenſeiten der Bauwände waren unverſehrt.

An der Zwiſchenwand im Raume B wurde die höchſte Wärme während des Verſuches auf 53 bezw. 56,5 C° feſtgeſtellt.

Erfolg: Auf Grund des Verſuches hat das Königl. Polizei-Präſidium zu Berlin für die 6 cm ſtarken „Triumphwände“ unter denſelben Bedingungen wie ſie unter V. S. 11 aufgeführt wurden, die allgemeine Genehmigung ertheilt. (Verfüg. vom 21. Nov. 1898.) Da ſich bei der Verwendung der dünnen Drähte in Folge deren Dehnbarkeit einige Mängel herausgeſtellt haben, ſind die Drähte ſpäter durch Bandeiſen von 15 mm Breite und $1^1/_4$ mm Stärke erſetzt worden, welche um 90° um die Achſe gedreht und in Abſtänden von 3 m ſich kreuzend angeſpannt werden.

Die Verwendung dieſer Bandeiſen hat das Königl. Polizei-Präſidium mit Verfügung vom 18. Juli 1899 an Stelle der früher verwendeten 3 mm ſtarken Drähte

[1]) Nach Angabe des Antragſtellers wurden früher gewöhnlich 3 mm ſtarke Eiſendrähte verwendet.

gestattet, so weit die allgemeine Genehmigung zur Herstellung der „Triumphwände" als Ersatz für beiderseitig geputzte Bretterwände reicht.

In verschiedenen Privatbauten sind bereits etwa 3000 qm solcher Wände eingebaut, denen man nachrühmt, daß sie nagelfest und sehr stabil sind und schalldämpfend wirken.

X. Feuerfeste Drahtziegel (System Stauß) der Firma P. Stauß und H. Ruff in Cottbus und Gipsplatten zu Wänden von Otto Budde in Berlin.

(Versuchsgebäude Fig. 20.)

Das Material „Drahtziegelgewebe" besteht aus einem Drahtgewebe, um welches Thon gepreßt ist, der in der ganzen Geweberolle aufgebrannt wird. Damit wird bezweckt, das Drahtgewebe steifer und widerstandsfähiger zu machen um dem aufzubringenden Putz gute Haftflächen zu bieten. Dem Putzmörtel brauchen weder Kälberhaare noch Leim (wie beim Rabitzputz) zugemischt zu werden.

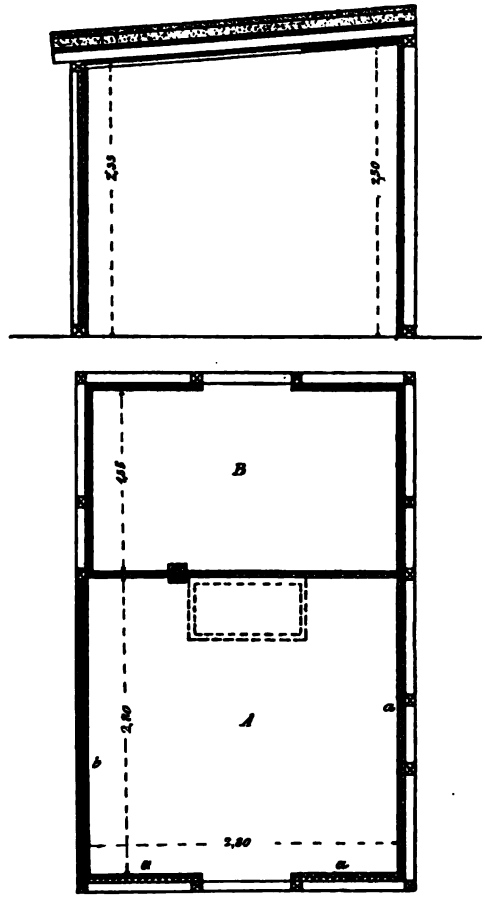


Fig. 20.

Die Buddeschen Gipsplatten von 100 · 50 · 5 cm sind aus $^1/_3$ Gips und $^2/_3$ Koksasche mit Drahteinlagen hergestellt und mit Nuth und Feder versehen.

Mit dem Bau des Versuchsgebäudes wurde am 20. April 1899 durch Errichtung eines Holzfachwerkes begonnen. Die mit a bezeichneten Wände wurden mit Drahtziegelgewebe bespannt, welches auf beiden Seiten mit Gipskalkmörtel geputzt wurde, so daß die Gesammtstärke der Wände etwa 5 cm betrug. Die Wand b wurde aus Gipsplatten hergestellt und ebenfalls auf beiden Seiten geputzt. Die Decke im Brandraum A bestand in einer Breite von 80 cm aus gerohrter und geputzter Schalung; über die noch verbliebene Breite der Decke war Drahtziegelgewebe gespannt, welches unter den Sparren befestigt und durch gleichfalls gespannten, 3,4 mm starken Draht gegen Durchbiegung gesichert wurde. Die Decke wurde mit Gipskalkmörtel 20 mm stark verputzt. Ueber diesem straff angezogenen Deckengewebe wurde zwischen je 2 Sparren mittelst 8 mm starken Rundeisen Drahtziegelgewebe lose hängend befestigt, mit 20 mm starkem Gipsestrich versehen und auf diesen trockener Sand bis Oberkante Sparren geschüttet. Ueber die Sandschicht wurde wieder Drahtziegelgewebe gespannt, welches zum Schutze gegen eindringendes Regenwasser mit einer 50 mm starken Schicht Cementbeton abgedeckt wurde. Die Trennungswand zwischen A und B bestand aus Drahtziegelgewebe, beiderseitig 20 mm stark mit Gipskalkmörtel geputzt.

Am 29. April wurde der Bau vollendet, mit Koksкörben ausgetrocknet und am 26. Mai 1899 geprüft.

Versuchsergebnisse: a) Drahtziegelgewebe.

Kurz nach dem Beginn des Versuches begann der Putz von dem gerohrten Theile der Decke herabzufallen; 10 Minuten später geriethen die freigelegten Sparren in Brand. Fünf Minuten nach Entflammung des Holzstoßes zeigten sich an der dem Raume B zugekehrten Seite der Trennungswand und an einzelnen Stellen der Außenseiten des Gebäudes, anscheinend da, wo die Bahnen des Drahtziegelgewebes zusammenstießen, deutliche Risse.

Da allmählich auch die Deckensparren unter dem Drahtziegelgewebe von der Schaldecke aus verbrannten, so wurde gegen Ende des Versuches das Drahtziegelgewebe seiner Befestigung beraubt und hing, nur von dem über dem Eingange liegenden Sparren gehalten, in den Feuerraum A hinab.

Die Trennungswand litt unter dem Feuer nicht wesentlich und war nach dem Löschen, abgesehen von dem durch das Löschwasser etwas mürbe gewordenen Putz, unversehrt. Ein in die Trennungswand eingeschalteter, mit Drahtziegelgewebe bespannter Holzpfeiler zeigte sich nach Entfernung des Drahtziegelgewebes nur in geringer Schicht verkohlt. Die Außenflächen der Drahtziegelwände wiesen zwar einige Risse auf, waren jedoch im Uebrigen nicht beschädigt; Beim Bespritzen mit Wasser sprangen unter schwachem Knall dünne Putzschichten ab; der Putzmörtel wurde mürbe und fiel bald ganz ab, so daß das Drahtziegelgewebe, welches anscheinend keine Veränderungen in seiner Festigkeit erlitten hatte, frei gelegt wurde. Der Putz an den Innenseiten war an den vom Wasser nicht getroffenen Stellen erhalten geblieben.

b) Gipsplatten.

5 Minuten nach Beginn des Versuches traten in der aus Gipsplatten hergestellten Wand b, namentlich in den Fugen, Risse auf, aus denen starke Wasserverdampfung stattfand. Am Ende des Versuches zeigte sich die Außenfläche der Gipsplattenwand mit Ausnahme der Risse in den Fugen unversehrt. Durch die Berührung mit dem Löschwasser wurden die Gipsplatten mürbe und bröckelig, so daß sie leicht zerstört werden konnten. Der Putz auf der Innenfläche der Gipsplattenwand war während des Versuches abgesprungen.

Die an der Trennungswand im Raume B angebrachten Thermometer zeigten nach Beendigung des Versuches 37 bezw. 40 C° als höchste Wärme.

Erfolg: Auf Grund der Feuerprobe hat das Königl. Polizei-Präsidium zu Berlin mit Verfügung vom 18. Juli 1899 die allgemeine Genehmigung ertheilt zur Herstellung von:

a) Drahtziegel-Wänden, Umhüllungen und Deckenbekleidungen,

b) beiderseits verputzten Gipsplatten-Wänden,

innerhalb der Stadtkreise Berlin und Charlottenburg.

Die Genehmigung ist an folgende Bedingungen geknüpft:

1. Die Wände müssen hinsichtlich ihrer Konstruktion und ihrer Materialien genau den (dem Polizei-Präsidium eingereichten) Zeichnungen und Beschreibungen entsprechen. Für den beiderseitig herzustellenden Verputz der Wände zu a) und b) ist das Mischungsverhältniß von 1 Theil Gips zu 2 Theilen Kalkmörtel inne zu halten.
2. Es sind nur beste Materialien bei sorgfältigster Ausführung zu verwenden;

3. zur Ausführung dürfen gelangen:

a) Die Drahtziegelwände, Umhüllungen bezw. Bekleidungen:

1. als Ersatz für die gerohrte und geputzte Holzdeckenschalung unter Holzbalkenlagen,
2. als Ersatz für sogenannte Rabitzwände zu unbelasteten Scheidewänden auch neben Feuerungsanlagen,
3. zur Ummantelung eiserner und hölzerner Säulen und Unterzüge,
4. zur Bekleidung von Stiel- und Riegelhölzern bei Fachwerksbauten an Stelle des Rohrgewebes;

b) beiderseitig verputzte Gipsplattenwände als Ersatz für beiderseitig gerohrte und geputzte Bretterwände.

In zahlreichen Städten des In- und Auslandes (England, Rußland, Italien, Frankreich) haben die Drahtziegel bereits Verwendung gefunden, in Berlin im Krankenhause Friedrichshain zu Wänden und zur Ummantelung von hölzernen Stielen, Streben und Unterzügen; im Neubau des Elektricitätswerkes von Siemens & Halske zur Ummantelung eiserner Säulen; im Neubau des Kulissengebäudes der Königl. Theater zur Ummantelung von eisernen Säulen und Unterzügen u. s. w. Außerhalb Berlins ist das Material zu den genannten Zwecken und anderen (Gewölben, Hohlkehlen, Doppelwänden, Treppen) zu öffentlichen Bauten in großem Maßstabe verwendet worden. Es seien nur genannt: Bremen (Städt. Sparkasse, Gewerbemuseum, Realschule); Breslau (städt. Schlachthof, Bahnmeistereien); Braunsberg (Kaserne); Cottbus (Irrenanstalt); Coblenz (evang. Krankenhaus); Danzig (städt. Fortbildungsschule, Gymnasium, Seepackhof, Hotel Danziger Hof, Passage-Neubau); Dessau (Schultheißbrauerei); Eisenach (Neuer Rathhaussaal, Reichsbankgebäude); Glatz (Gerichtsbau); Halle (kath. Krankenhaus, Provinz. Blindenanstalt); Insterburg (Kaserne); Königsberg i. Pr. (Schloßkaserne, Kronprinzkaserne, Neubau Palästra Albertina, Königl. Baugewerkschule) u. a. m.

XI. Kalksandziegel von W. Olschewsky in Coswig i. Anh. im Vergleich zu Birkenwerder Klinkern.

(Versuchsgebäude Fig. 21.)

1. Kalksandsteine von W. Olschewsky.

Das Material: Der Antragsteller wünscht nicht, die Einzelheiten seines Verfahrens zur Herstellung der Kalksandsteine preiszugeben, es können daher nur die Grundzüge desselben, die durch die Presse schon bekannt geworden sind, kurz mitgetheilt werden. Feiner, feuchter Sand wird mit etwa 14 % staubförmig gemahlenem Kalkhydrat in einem Kollergang so gemischt, daß die Mörtelmasse etwa 8 % Feuchtigkeit enthält. Diese Masse wird in Handpressen zu Steinen geformt, die in einen eisernen Druckkessel gesetzt und unter Beobachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln unter etwa 6 Atm. Dampfdruck erhärtet werden. In dieser Weise wurden die Steine bis zum Juli 1899 in Coswig hergestellt. Inzwischen ist die dortige Fabrik erweitert und das Verfahren in einigen Punkten geändert worden.

Die zu den Prüfungen benutzten Steine (etwa 5000 Stück, $25 \cdot 12 \cdot 6{,}5$ cm = Normalformat) gingen in zwei von Seiten der Station Coswig in Anhalt plombirten Eisenbahnwagen mit amtlichen Ursprungszeugnissen im Februar und März 1899 in Berlin ein.

Von den Steinen wurden 10 Stück auf Wasseraufnahme und 20 auf Druckfestigkeit im trockenen Zustande derart geprüft, daß je zwei Steine mit Portland-Cementmörtel auf einander gemauert und mit demselben Mörtel auf beiden Druckflächen abgeglichen wurden.[1]) In gleicher Weise wurden dann auch 20 andere Steine geprüft, welche nach der Brandprobe aus dem Schornstein des Versuchshäuschens in einer Höhe von 3,5 m herausgebrochen wurden, während des Feuerversuches also von starken Stichflammen bestrichen worden waren. Die Ergebnisse dieser Versuche enthält untenstehende Tabelle (S. 22). Aus dem Inneren der zerdrückten, im Feuer gewesenen Kalksandziegel wurden ferner auf Wunsch des Antragstellers Theile entnommen, gut durchgemischt und in der Königlichen chemisch-technischen Versuchsanstalt zu Berlin analysirt.

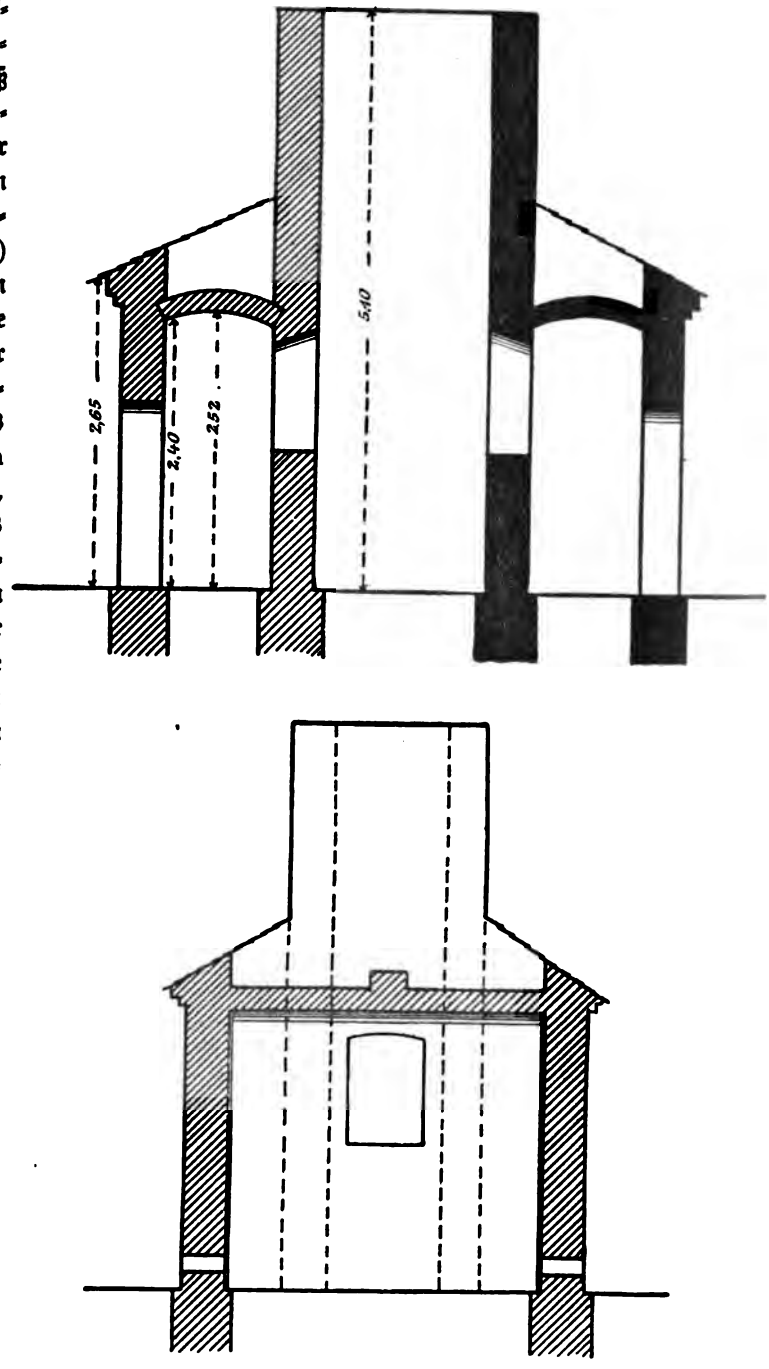
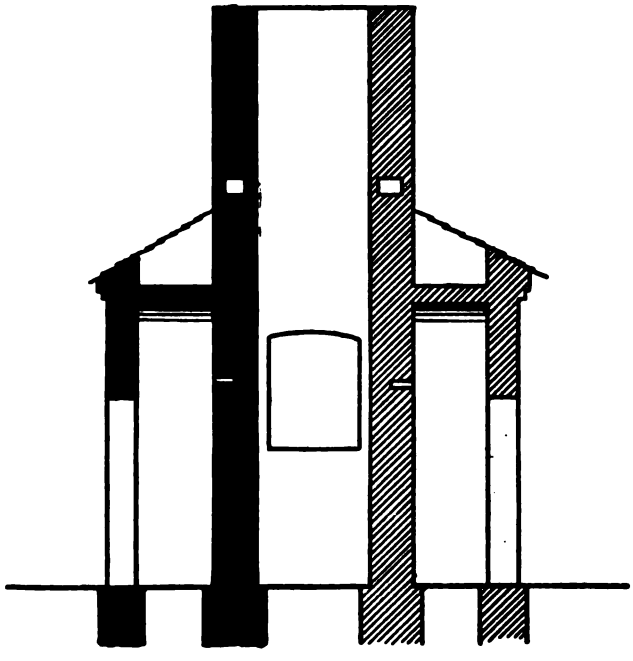


Fig. 21.

[1]) Ursprünglich war beabsichtigt, aus dem vom Feuer beanspruchten Mauerwerk Würfel herauszuschneiden und auf Druck zu prüfen, um festzustellen, ob das durch Feuer beanspruchte Mauerwerk noch die geforderte Druckfestigkeit (140 kg/qcm) besitzt. Diese Absicht mußte aber aufgegeben werden, weil durch das Feuer das Gefüge des Mauerwerkes in den Fugen schon zu sehr gelockert war, um das Herausschneiden größerer Blöcke zuzulassen.



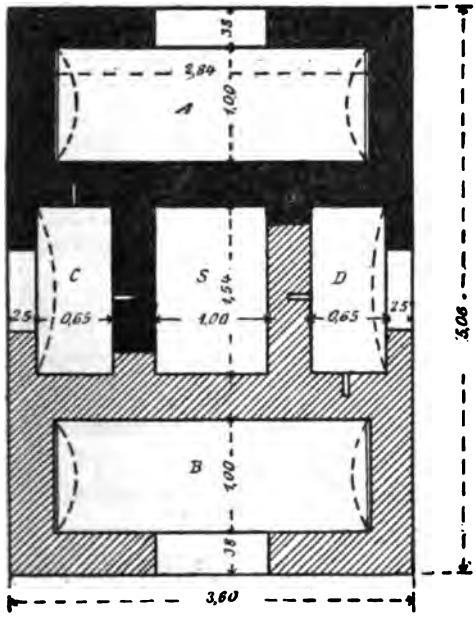


Fig. 21.

Das Ergebniß war folgendes:

Sand	81,55 %
Kieſelſäure, lösliche . .	5,50 „
Kalk	7,23 „
Magneſia	0,19 „
Thonerde	0,68 „
Eiſenoxyd	0,18 „
Alkalien	0,23 „
Schwefelſäure, etwa . .	0,10 „
Phosphorſäure	Spuren
Kohlenſäure	1,50 %
Waſſer	2,41 „

2. Birkenwerder Klinker erſter Wahl.

Die Birkenwerder Klinker (6000 Stück, 25 · 12 · 6,5 cm = Normalformat) wurden von der Firma Oscar Zucker in Berlin durch die Verſuchsanſtalt angekauft.

Ein Theil der Steine wurde in derſelben Weiſe wie die Kalkſandziegel auf Waſſeraufnahmevermögen und Druckfeſtigkeit geprüft.

Der Bau des Verſuchshäuschens wurde am 28. Februar 1899 begonnen. Aus der Abbildung (Fig. 21) iſt erſichtlich, in welcher Weiſe zur Hälfte Kalkſandziegel, zur anderen Hälfte Klinker in verlängertem Cementmörtel vermauert wurden. Die Schmalſeiten der Feuerräume A und B wurden mit Kalkmörtel geputzt. Die Decke wurde, um das Regenwaſſer abzuleiten, mit Dachfalzziegeln abgedeckt, welche auf eine auf die Deckengewölbe geſchüttete Erdſchicht gelegt wurden. Am 16. März 1899 wurde der Bau vollendet. Während der Bauzeit herrſchte kaltes und regneriſches Wetter, deshalb wurden die Räume bis zum Tage der Prüfung (5. April 1899) mit Hülfe von Koksкörben ausgetrocknet. Vor dem Verſuch wurden in die für dieſen Zweck ein-

Wasseraufnahme und Druckfestigkeit von Kalksandziegeln und Klinkern.

Bezeichnung des Steines	Gewicht des trockenen Steines kg	Rauminhalt des Steines ccm	Wasseraufnahme des Steines			Druckfestigkeit kg/qcm ermittelt an 2 aufeinander gemauerten Steinen	
			in ccm	in Procent des Gewichts	in Procent des Rauminhaltes	trocken unversehrt	nach Beanspruchung durch Feuer
Kalksandstein (Hartstein)	3,342	1950	460	13,8	23,6	208	185
Binkenwerder Klinker	3,612	1950	360	9,9	18,5	298	300

gemauerten Eisenröhren in den Beobachtungsräumen C und D Thermometer bis zur Mitte der $1^1/_2$ Stein starken Mauern eingeführt und im Schornstein in einer Höhe von 4,50 m Metalllegierungen eingemauert.

Versuchsergebnisse: Nach etwa 10 Minuten Brennzeit traten sowohl im Kalksandsteinmauerwerk als im Klinkermauerwerk am Schornstein, den Umfassungsmauern und namentlich über den Eingängen zu den Feuerungsräumen A und B durch die Fugen verlaufende Risse auf, welche anscheinend durch die hauptsächlich in den Kalksandziegeln in großer Menge vorhandene, plötzlich verdampfende Feuchtigkeit hervorgerufen waren. Gegen Ende des Versuches stürzte das Gewölbe des Kalksandsteinraumes A in Folge Ausweichens der Widerlager herab. Auch das Klinkergewölbe B war dem Einsturz nahe. Nach Ablöschung des Feuers und Bespritzen der Wände mit kaltem Wasser zeigten sich die Kanten der von den Räumen A und B in den Schornstein führenden Zugöffnungen abgebröckelt und zwar gleichmäßig bei Klinkern und Kalksandsteinen. Die in den Räumen A und B und im Schornstein vom Feuer berührten glatten Flächen der Klinker hatten zum größten Theil tiefgehende Risse erlitten und waren vielfach durch Herausspringen schalenförmiger Stücke beschädigt. Die aus Kalksandsteinen gebildeten, beim Beginn des Versuches noch ziemlich feuchten, vom Feuer berührten Flächen waren nur schwach netzrissig. Kalksandsteine und Klinker hatten im allgemeinen ihren Zusammenhang bewahrt, waren aber an den dem Feuer zugekehrten Seiten mehrere Centimeter tief mürbe geworden. Der Putz hatte sich von den Schmalseiten der Feuerungsräume fast vollständig losgelöst. Die höchste Wärme wurde im Klinkermauerwerk auf 29 C°, im Hartsteinmauerwerk auf 26 C° festgestellt.

Erfolg: Das Königl. Polizei-Präsidium Berlin hat nach den Ergebnissen der Versuche dem Antragsteller Olschewsky die polizeiliche Genehmigung zur Verwendung seiner Kalksandziegel bezw. Verblender jedoch nur bis zu einer höchsten Druckbeanspruchung von 10 kg/qcm bei Bauten innerhalb der Stadtkreise Berlin und Charlottenburg unter folgenden Bedingungen ertheilt.

1. Die zur praktischen Verwendung kommenden Mauersteine müssen den in der Versuchsanstalt zur Prüfung verwendeten entsprechen;
2. Die allgemeine Genehmigung wird nur dem Antragsteller persönlich ertheilt u. s. w.

Unter der Bedingung 1. hat auch die Herzoglich Anhaltische Regierung die Verwendung der von Olschewsky hergestellten Kalksandziegel als Mauerziegel bis zu einer Druckbeanspruchung von 10 kg/qcm bei Bauten innerhalb des Herzogthums Anhalt gestattet.

Die Baupolizei in Magdeburg, welche bei dem Feuerversuch durch den Branddirektor Stolz vertreten war, hat auf Grund der Versuchsergebnisse die Verwendung der Steine zu Bauten jeder Art gestattet.

Die Baupolizei in Hamburg, die ebenfalls einen Vertreter zu dem Versuch entsandt hatte, genehmigt die Verwendung der Kalksandsteine in Kalkmörtel bis zu 7 kg/qcm und in Cementmörtel bis zu 14 kg/qcm Druckbeanspruchung unter der Bedingung, daß durch Prüfungszeugniß der Versuchsanstalt die Uebereinstimmung der Eigenschaften der zur Anlieferung kommenden Steine mit den geprüften Steinen von Olschewsky nachgewiesen wird. Kontrolprüfungen auf Kosten der Lieferanten behält sich die Polizei-Behörde vor. Zur Herstellung von stark beanspruchten Pfeilern und Wandtheilen geringer Querschnittsfläche bezw. Dicke sowie zur Herstellung von Fabrikschornsteinen dürfen die Kalksandsteine Olschewsky in Hamburg bis auf weiteres nicht verwendet werden.

Trotz der Zulassung der Steine für gewisse Verwendungszwecke begegnet ihre Einführung in den Baumarkt nach Angabe des Herrn Olschewsky Schwierigkeiten, weil fast in allen Ausschreibungs-Bedingungen zwecks Vergabe der Lieferung von Mauersteinen ꝛc. die Bedingung enthalten ist, daß die Steine „gut durchgebrannt" sein müssen, eine Bedingung, die die Kalksandsteine selbstverständlich nicht erfüllen können weil sie überhaupt nicht gebrannt sind.

Feuerwehrschutzwand.

Im Anschlusse an die vorstehend geschilderten Versuche sei noch die Prüfung der von den Branddirektoren Ruhstrat in Stettin und Kiesel in Charlottenburg erfundenen und von den Asbest- und Gummiwerken Alfred Calmon A.-G. in Hamburg hergestellten „tragbaren Asbest-Schutzwand für Feuerwehren" erwähnt. Diese Schutzwand hat den Zweck, der Feuerwehr das nahe Herankommen an den Feuerheerd ohne Gefahr für Leib und Leben zu ermöglichen. Sie besteht (Fig. 22) aus zwei leichten Stangen von Bambusrohr aa, die durch ein in Scharnieren bewegliches eisernes Kreuz bb verbunden sind. Ein im Scharnier d beweglicher Kniehebel c spreizt die Wand auseinander und gestattet das Zusammenlegen, wobei die mittels Schieber ee an Laufstangen ff laufenden Kreuzverbindungsstäbe bb in die Höhe gleiten. Das an den Stangen aa befestigte Asbestgewebe enthält ein mit Glimmer verkleidetes Schauloch g und darunter ein mit Asbestklappe versehenes Loch h zum Hindurchführen des Strahlrohres. Die normale Größe der Wand ist 1 m Höhe bei 0,75 m Breite.

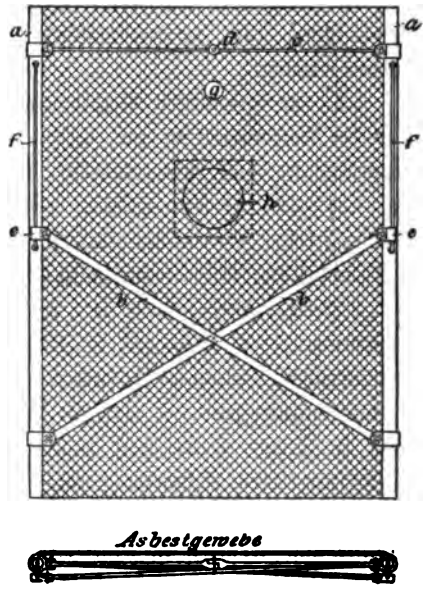


Fig. 22.

Zwei solcher aus den Beständen der Charlottenburger Feuerwehr entnommener Schutzwände wurden am 5. und 27. April 1899 gelegentlich zweier Brandproben derart geprüft, daß die Wand zunächst 3 m vor dem Feuer aufgestellt und dann bis auf 2 m bezw. 1 m Abstand an den Feuerheerd herangerückt wurde. Die Schutzwand wurde je 15—20 Minuten

1	2	3	4	5	6	7	8
Laufende Nr. und Nr. des Verzeichnisses Mittheil. 1898 S. 243 bis 284	Herkunft (Lage des Bruches)	Bezeichnung des Steines durch den Antragsteller	Bezeichnung des Steines nach Untersuchung der Königl. geolog. Landesanstalt	Ergebnisse der Untersuchungen in der Königl. geologisch. Landesanstalt*)	Beschaffenheit der Bruchflächen nach Feststellung in der Versuchsanstalt: Gefüge	Bruch	Farbe
1 (8)	Sachsen	Granit	Biotitgranit	Feldspath, meist Orthoklas, seltener Plagioklas; Quarz; Biotit; ziemlich frisch; Korngröße bis 6 mm	Bei der Bearbeitung auf dem Diamantsägegatter erwies sich das Material als sehr hart und spröde; es ließ sich schwer schneiden u. splitterte an den Kanten		grau
2 (9)	Sächsische Lausitz, Granitwerk „Großer Jungfernstein", Rittergut Weidlitz; Antr.: C. G. Kunath, Dresden, Grunaerstraße 12	Granit	Biotitgranit	Feldspath, meist Orthoklas, neben Mikroklin und Plagioklas; Quarz; Biotit; relativ zahlreich, meist frisch, selten chloritisirt; frisch bis auf Orthoklas; Korn ziemlich gleichmäßig, bis 7 mm	Krystallinisch-körnig (mittelkörnig)	uneben, rauh, etwas splitterig	grau, gesprenkelt
3 (14)	Distrikt Lysekil in Schweden; nähere Ursprungsangabe nicht gestattet	Granit	Biotitgranit	Feldspath, meist Orthoklas und Mikroklin, beide etwas zersetzt; selten Plagioklas; Quarz; Biotit wenig; Magneteisen; ziemlich frisch; Korn ziemlich gleichmäßig, bis 3 mm	Krystallinisch-körniges (mittelkörnig) Aggregat von Feldspath, Quarz und Magnesiaglimmer (Biotit)	unregelmäßig, uneben	grünlichgrau bis fleischfarbig
4 (16)	Söndre Kinnertangen, Ostseite des Drammenfjords (Arm des Kristianiafjords), am Wasser, 7 km von der Stadt Drammen in Norwegen; Besitzer: Andvik Stenhuggerie, Kristiania	Granit, entnommen 1 bis 2 m unter der natürlich. unbedeckten Oberfläche des Felsens; Handelsname Kinnar I	Biotitgranit	Feldspath, meist Orthoklas, seltener Plagioklas, beide ganz getrübt; Quarz, Biotit, wenig Magneteisen, Titanit; mäßig frisch; Risse durch Quarz ausgekeilt; Korn gleichmäßig grob, bis 10 mm	Krystallinisch-grobkörnig. Das Material ist auf dem Diamantsägegatter schwer, auf der Kreissäge leicht zu bearbeiten	uneben, rauh, splitterig	braungrau-melirt
5 (20)	Storbyn bei Hendiksvall in Schweden; Brüche der Svenska Granitindustrie Actiebolaget in Stockholm	Granit	Biotitgranit	Feldspath, meist Orthoklas neben relativ viel Plagioklas, selten Mikroklin, ziemlich frisch, Quarz; relativ viel Biotit; Pyroxen; ziemlich frisch; Korn gleichmäßig bis 2 mm	Gleichförmig dicht, krystallinisch-feinkörnig	rauh, scharfkantig	grau
6 (21)	Wänevik bei Oscarshamn in Schweden; Brüche der Svenska Granitindustrie Actiebolaget in Stockholm, direkt am Wasser gelegen	Rother Granit; Handelsbezeichnung: Wänevik-Granit Nr. 2	Biotitgranit	Feldspath, meist Orthoklas, dann Plagioklas, Mikroklin, alle getrübt; Quarz, Biotit, theilweise zersetzt, Magneteisen, Titanit, Chlorit; mäßig frisch; Korn ungleichmäßig bis 10 mm	—	—	röthlichgrau mit bläulich glänzendem Quarz
7 (23)	Ursprungsangabe nicht gestattet	Granit	Biotitgranit	Feldspath, meist Orthoklas und Mikroklin neben Plagioklas, letztere beide frisch; Quarz mit Mikroklin und Orthoklas pegmatitisch verwachsen, Biotit relativ wenig; Magneteisen, Eisenglimmer, Titanit; ziemlich frisch; Korn ungleich bis 5 mm	Krystallinisch-körnig, gleichförmig	uneben, rauh	röthlichgrau
8 (24)	Brücke Stenhuggerie an den Ufern der Meerbusen Brosjorden, Aleyfjorden und Gullmannsfjorden in der Nähe Lysekil (Dampferstation), Westküste Schwedens	Granit	Biotitgranit	Feldspath, und zwar Orthoklas, Mikroklin, seltener Plagioklas, alle etwas getrübt; Quarz, Biotit relativ wenig; Magneteisen; Korn ungleich, ineinandergreifend, bis 3 mm; ziemlich frisch	Gleichförmig dicht, krystallinisch-mittelkörnig	rauh	grau bis röthlichgrau

*) Derjenige Gemengtheil, welcher den größten Antheil an der Gesteinszusammensetzung nimmt, steht an der Spitze der Beschreibung.

9	10	11	12		13		14	15	16	17	18	19	20
Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Wasser-Aufnahme nach 24 Stunden	Wasser-Aufnahme nach 125 Std. (satt)	Abmessungen: Seitenlänge des Würfels	Abmessungen: Gedrückte Fläche	Mittleres Gewicht des trockenen Würfels	Druckfestigkeit kg/qcm: trocken	Druckfestigkeit kg/qcm: wassersatt	Druckfestigkeit kg/qcm: nach 25maligem Gefrieren	Mittlerer Abnutzungswerth	Verwendungszweck	Bereits verwendet Wo?
r	s	$\frac{r}{s}$	Gewichtsprocent		cm	qcm	kg				ccm		
—	—	—	—	—	5	25	0,324	2570 **2116** 1675	—	—	—	—	—
2,664	2,682	0,993	0,0	0,0	4	16	0,171	2399 **2178** 1747	2198 **2044** 1896	2213 **2001** 1840	6,8	—	—
2,612	2,628	0,994	0,1	0,1	4,2	17,5	0,182	2580 **2362** 2029	2478 **2109** 1791	2551 **2245** 2001	5,0	Hoch- und Tiefbauten; Pflastersteine	Seit 1842 in Schweden u. Dänemark zu Festungs- u. Wasserbauten, Brücken, Treppen, Fassaden, Denkmälern, Säulen, Kollersteinen u. s. w.
2,588	2,603	0,994	0,4	0,4	4	16	0,163	2679 **2395** 1871	2774 **2207** 1820[1])	2227 **2057** 1758[2])	5,8	Kaibauten, Trottoirplatten und Stufen; polirte Arbeiten	In Norwegen; die Tragkraft der Hebevorrichtungen der Schiffe begrenzt das Gewicht der Blöcke auf 8 t
2,666	2,717	0,981	—	—	4	16	0,173	2987 **2585** 2087	—	—	4,95	—	—
—	—	—	—	—	4	16	0,168	2877 **2646** 2045	—	—	—	Monumentale Arbeiten; Blöcke bis 6 cbm Inhalt, Säulen 5—6 m Länge ohne Schwierigkeit	—
2,628	2,656	0,989	0,5	0,5	4,1	16,7	0,184	3060 **2696** 2419	2569 **2148** 1820	—	5,5	—	—
2,612	2,616	0,998	0,0	0,0	4	16	0,169	3013 **2708** 2414	3082 **2495** 2032	3321 **2612** 2109	4,15	Pflastersteine, Bordsteine, Quadern, Stufen u. s. w.	Seit 1884 von Straßenbaubehörden in Hamburg, Altona, Wandsbeck, Bremen, Kiel, Rendsburg, Emden, Magdeburg, Berlin, Stettin Rostock u. s. w.

[1]) u. [2]) Einige stark glimmerhaltige Würfel ergaben die geringsten Festigkeitswerthe.

1	2	3	4	5	6	7	8
Laufende Nr. und Nr. des Verzeichnisses Mittheil. 1898 S. 243 bis 284	Herkunft (Lage des Bruches)	Bezeichnung des Steines durch den Antragsteller	Bezeichnung des Steines nach Untersuchung der Königl. geolog. Landesanstalt	Ergebnisse der Untersuchungen in der Königl. geologisch. Landesanstalt	Beschaffenheit der Bruchflächen nach Feststellung in der Versuchsanstalt: Gefüge	Bruch	Farbe
9 (27)	Arpö (Insel); Brüche in der Nähe von Listerby in Schweden, gehörig der Carlskrona-Granit-Actiebolag in Carlskrona	Granit; Handelsbezeichnung: Carlskrona-granit	Biotitgranit	Feldspath, meist Orthoklas und Mikroklin, ziemlich frisch, Quarz, Biotit meist chloritisirt; Magnet- und Titaneisen; ziemlich frisch; Korn ungleich groß bis 3 mm	Krystallinisch-körnig (fein- bis mittelkörnig)	uneben, scharfkantig, flachmuschelig, etwas splittrig	röthlich grau gesprenkelt
10 (28)	Granitberg Matwik I; nahe Karlshamn in der Nähe der Ostsee; Karlshälls Stenhuggerie; Inh.: Ing. C. G. Smith, Karlshamn	Granit	Biotitgranit	Feldspath, meist Orthoklas und Mikroklin, ziemlich frisch; Quarz; Biotit in kleinen zersetzten Blättchen wenig; Magneteisen; frisch; Korn gleichmäßig bis 2 mm	Krystallinisch-körniges Aggregat (mittelkörnig) von Feldspath, Quarz und Glimmer (Biotit)	uneben, etwas muschelig	grau
11 (26)	Tromsö; Brüche in der Nähe von Förkärla in Schweden, gehörig der Carlskrona-Granit-Actiebolag in Carlskrona; Transport auf dem Wasserwege	Granit; Handelsbezeichnung: Carlskrona-Granit	Biotitgranit-Gneiß	Feldspath, meist Orthoklas, dann Mikroklin, Plagioklas, alle frisch; Quarz; Biotit, parallel gelagert, frisch, Magneteisen, Titanit; durchaus frisch; Korn gleichmäßig, bis 1 mm; durch parallele Biotitblättchen etwas geschüttet	Krystallinisch-feinkörnig	uneben, scharfkantig, flachmuschelig, etwas splitterig	grau
12 (22)	Reichenstein, Schlesien	Granit	Biotit-Gneiß	Feldspath, meist Orthoklas, auch Plagioklas, beide getrübt; Quarz, Biotit, wenig und zersetzt, Korn ungleich bis 1 mm; ziemlich frisch	Krystallinisch-feinkörnig	uneben, scharfkantig, etwas splittr.	grau
					Das sehr harte Material ließ sich auf dem Diamantsägegatter sehr schwer, auf der Kreissäge sehr leicht schneiden		
13 (44, 45, 46)	Schmalwassergrund bei Dietharz i. Thür.; die erst anzulegenden Steinbrüche liegen auf dem Grund und Boden der Herzogl. Domäne und werden nur im Interesse des beabsichtigten Thalsperrenbaues gestattet; Antr.: Verwaltung der städtischen Wasserleitung und Entwässerung zu Gotha	Porphyr	Quarzporphyr	Grundmasse vorwiegend aus Aggregat von größeren und kleineren Orthoklaskörnern und etwas Quarz bestehend; darin Einsprenglinge von Quarz in Butzenform und Feldspath, dieser stets zersetzt oder kaolinisirt	Krystallinisch-körnig bis porphyrisch kleinzellig, porös; der Feldspath ist stark verwittert (kaolinisirt)	uneben, matt, rauh, etwas erdig	hellgrau
		Porphyr	Quarzporphyr		Krystallinisch-körnig bis porphyrisch, löcherig porös, durchsetzt von kleineren und größeren Quarzdrusen; der Feldspath ist stark verwittert (kaolinisirt)	uneben, matt, rauh	röthlichgrau
		Porphyr	Quarzporphyr		Krystallinisch-körnig bis porphyrisch, etwas kleinzellig porös mit ziemlich stark vorgeschrittener Verwitterung; Kaolinisirung des Feldspathes	uneben, matt, rauh	röthlichgrau
14 (48)	Spielberg bei Böhlitz i. S., Verladestation Kötzschau (6 km), Eilenburg-Dübener Bahn	Quarzporphyr	Quarzporphyr	Grundmasse vorwiegend aus einem feinen Gemenge von Feldspath und Quarz bestehend; Einsprenglinge: Quarz, Feldspath und zwar Orthoklas und Plagioklas, beide allotriomorph oder in Bruchstückform, ohne scharfe Ränder; leidlich frisch; Biotit in unregelmäßigen oft zersetzten Aggregaten; Chlorit; Magneteisen, Korn der Einsprenglinge bis 4 mm	Krystallinisch-körnig bis porphyrisch, (schwer zu bearbeiten, weil der Stein nicht absetzt)	uneben, scharfkantig, splitterig	grünlichgrau

9	10	11	12		13		14	15	16	17	18	19	20
Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Wasser-Aufnahme nach		Abmessungen		Mittleres Gewicht des trockenen Würfels	Druckfestigkeit kg/qcm			Mittlerer Abnutzungswerth	Verwendungszweck	Bereits verwendet Wo?
			24 Stunden	125 Std. (satt)	Seitenlänge des Würfels	Gedrückte Fläche		trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren			
r	s	$\frac{r}{s}$	Gewichtsprocent		cm	qcm	kg				ccm		
2,615	2,635	0,992	0,2	0,3	4	16	0,163	3130 **2857** 2555	3059 **2795** 2353	3254 **2949** 2679	7,0	Straßenbau	Berlin, Hamburg, Stettin
2,627	2,641	0,995	0,2	0,2	4,2	17,2	0,183	3360 **2877** 2494	3064 **2692** 2291	3398 **2861** 2239	5,15	Pflastersteine, Kantsteine, Werksteine	—
2,645	2,663	0,993	0,2	0,2	4	16	0,167	3009 **2793** 2369	2804 **2451** 2229	2912 **2608** 2358	7,1	Straßenbau	Berlin, Hamburg, Stettin
2,633	2,639	0,998	0,0	0,0	4	16	0,164	2934 **2653** 2414	2991 **2499** 2151	2711 **2390** 1809	4,4	Pflastersteine, Bausteine	—
2,192	2,595	0,845	3,8	5,1	4	16	0,139	1505 **1278** 1103	1180 **920** 647	1521 **1111** 840	—	Bausteine für die Thalsperre im Schmalwassergrund bei Dietharz i. Thür.	Brüche werden erst angelegt; Ausbeutung für Privatzwecke ist so gut wie ausgeschlossen
2,326	2,586	0,899	2,6	3,0	4	16	0,147	2602 **1762** 1204	2080 **1520** 1004	2648 **1837** 758	—		
2,346	2,585	0,908	2,2	2,2	4	16	0,146	2168 **1996** 1639	2262 **1936** 1390	2643 **1892** 1531	—		
2,620	2,630	0,996	0,2	0,6	4	16	0,165	3311 **3006** 2651	3091 **2866** 2083[1]	3280 **3137** 2971	6,0	Pflastersteine, Kleinschlag	Straßen mit schwerem Verkehr in der Provinz Sachsen und Brandenburg

[1]) Die Probe spaltete plötzlich in diagonaler Richtung.

1	2	3	4	5	6	7	8
Laufende Nr. und Nr. des Verzeichnisses Mittheil. 1898 S. 243 bis 284	Herkunft (Lage des Bruches)	Bezeichnung des Steines durch den Antragsteller	Bezeichnung des Steines nach Untersuchung der Königl. geolog. Landesanstalt	Ergebnisse der Untersuchungen in der Königl. geologisch. Landesanstalt	Beschaffenheit der Bruchflächen nach Feststellung in der Versuchsanstalt: Gefüge	Bruch	Farbe
15 (49)	Röcknitz i. S.; die vor 6—8 Jahren erschlossenen Brüche am Frauenberge sind 1897 durch eine etwa 8 km lange normalspurige Förderbahn mit der Halle-Sorauer Staatsbahn verbunden	Porphyr	Quarzporphyr	Grundmasse aus sehr dichtem Aggregat von zersetztem Feldspath und wenig Quarz bestehend; Einsprenglinge: Feldspath in unregelmäßigen und Bruchstückformen, meist getrübt, zuweilen ganz kaolinisirt, vorwiegend Orthoklas; Quarz in eckigen Formen, Chlorit, vielleicht aus Augit entstanden; Magneteisen; Korn der Einsprenglinge bis 4 mm	Porphyrisch; in einer gleichartig dichten kryptomorphen Grundmasse sind größere Krystalle von Feldspath, Quarz und Glimmer (Biotit) eingebettet	unregelmäßig rauh	grünlich-dunkelgrau, weiß gesprenkelt
16 (51)	Beutengrund, Kreis Neurode, 25 Minuten von Station Königswalde; Vorkommen in unzusammenhängenden Blöcken	Quarzporphyr	Quarzporphyr	Grundmasse vorherrschend, meist aus Feldspath neben Quarz bestehend; Einsprenglinge: Quarz in unregelmäßigen Bruchstückformen und als größere Butzen; Feldspath ebenfalls in Bruchstückform und zwar Orthoklas und Plagioklas; feldspathige Grundmasse in Zersetzung und Trübung; Anhäufungen von Brauneisenerz deuten in Form auf die ehemalige Gegenwart eines augitischen Minerals; Korn der Einsprenglinge bis 3 mm	Prophyrisch, in einer feinkörnigen bis dichten Grundmasse liegen zahlreiche größere Krystalleinsprenglinge eingebettet	scharfkantig, rauh, etwas muschelig	bräunlichgrau
17 (50)	Porphyrwerk Weinheim i. B.; Herpel, Wilhelm u. Hildebrand, Felskegel von etwa 500 m Durchmesser inmitten des sogenannten Warzenberges bei Weinheim i. B.; Ausläufer eines mächtigen Porphyrgebirgsstockes bei Schriesheim, Altenbach und Dossenheim (Westabhang des Odenwaldes)	Porphyr	Felsitporphyr	Grundmasse fast das ganze Gestein bildend, aus einem feinen Aggregat von vorwiegend Feldspath und weniger Quarz und etwas hellem Glimmer (aus der Feldspathzersetzung herrührend) bestehend, ziemlich zersetzt; Einsprenglinge sehr untergeordnet: Quarz und Feldspath, dieser zersetzt; Korn derselben bis 3 mm	In einer dichten felsitischen Grundmasse sind größere Krystalle von Quarz und Feldspath ausgeschieden	uneben, muschelig	röthlichgrau
18 (33)	Varild und Raugland bei Lansvik in Norwegen; Brüche der Svenska Granitindustrie Actiebolaget, Stockholm, direkt am schiffbaren Wasser	Dunkelblauer Labrador; Handelsbezeichnung: Labrador Nr. 6 V.	Augitsyenit (Lauroikit)	Feldspath und zwar Orthoklas, frisch, blauschillernd, sog. Natron-Orthoklas; sehr untergeordnet Biotit, Diallag, Magneteisen; frisch; Korngröße gleich, bis 10 mm	—	—	grünlich-dunkelgrau mit mattbläulich schillernden Stellen (Labrador)
19 (39)	Ursprungsangabe nicht gestattet	Syenit	Pikrit	Olivin große Krystalle, durchweg serpentinisirt; Augit, frisch, ohne Krystallbegrenzung; Feldspath und zwar Orthoklas und Plagioklas, beide getrübt; Hornblende, feinstrahlig; Biotit, meist chloritisirt; Korn gleichmäßig bis 2 mm	Krystallinisch-körniges Aggregat (mittelkörnig) von dunkelgrüner bis schwarzer Hornblende und hellem Orthoklas als leitenden Mineralien	flachmuschelig, scharfkantig	grünlich-schwarzgrau
20 (41)	Pfaffenköpfe u. Harmsberg im Bodethal bei Neuwerk i. Harz, Station Rübeland; Bes.: Diabas-Steinbrüche, Neuwerk, Akt.-Ges. Neuwerk bei Rübeland	Diabas	Diabas	Feldspath getrübt und zersetzt, porphyrisch; Augit frisch und chloritisirt; untergeordnet Chlorit, Kalkspath, Quarz; sehr zersetzt (chloritisirt); porphyrisch; Korn der Einsprenglinge bis 7 mm	Krystallinisch-körnig (mittel- bis grobkörnig) porphyrisch	uneben, rauh, scharfkantig	grünlich-dunkelgrau (gesprenkelt)

9	10	11	12		13		14	15	16	17	18	19	20
Raumgewicht r	Specifisches Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $\frac{r}{s}$	Wasser-Aufnahme nach 24 Stunden (Gewichtsprocent)	nach 125 Std. (satt) (Gewichtsprocent)	Abmessungen: Seitenlänge des Würfels cm	Gedrückte Fläche qcm	Mittleres Gewicht des trockenen Würfels kg	Druckfestigkeit kg/qcm: trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	Mittlerer Abnutzungswerth ccm	Verwendungszweck	Bereits verwendet Wo?
2,572	2,621	0,981	0,3	0,3	4,2	17	0,187	3596 **3041** 2790	3523 **2981** 2153	3280 **2710** 2017	4,3	Pflastersteine und Wegebau	Städt. Behörden Halle, Dessau, Berlin, Magdeburg, Frankfurt a. O., Leipzig, Dresden; Eisenbahndirektion Halle, Berlin
2,552	2,589	0,986	0,9	1,3	4	16	0,166	3482 **3140** 2851	3096 **2824** 2618	2782 **2691** 2493	5,5	Pflastersteine und Kleinschlag	Prov. Schlesien, Posen, Westpreußen
Die eingesandten Blöcke hatten sehr unregelmäßige Form und spalteten leicht, so daß das Schneiden der Würfel mit Schwierigkeiten verknüpft war und die Würfel nicht alle mit scharfen Kanten und Ecken hergestellt werden konnten					5	25	0,345	3836 **3070** 1788	—	—	—	Straßenschotter, der maschinell gebrochen und auf Cylindersieben mit gelochten Blechen abgesiebt wird; Pflastersteine 2. Klasse	Baden und Württemberg
—	—	—	—	—	4	16	0,177	2075 **1880** 1531	—	—	—	Dekorationsarbeiten	—
2,810	2,857	0,984	0,3	0,4	4	16	0,194	2216 **1701** 1531	2062 **1818** 1531	2031 **1715** 1439	17,9	Pflastersteine	—
2,924	2,952	0,991	0,0	0,0	4	16	0,179	2508 **2389** 1891	2351 **2178** 2083	2398 **2142** 1800	6,8	Pflastersteine und Schotter	—

1	2	3	4	5	6	7	8
Laufende Nr. und Nr. des Verzeichnisses Mittheil. 1898 S. 243 bis 284	Herkunft (Lage des Bruches)	Bezeichnung des Steines durch den Antragsteller	Bezeichnung des Steines nach Untersuchung der Königl. geolog. Landesanstalt	Ergebnisse der Untersuchungen in der Königl. geologisch. Landesanstalt	Beschaffenheit der Bruchflächen nach Feststellung in der Versuchsanstalt: Gefüge	Bruch	Farbe
21 (56)	Steinbruch an der Rappbode bei Hasselfelde im Harz; Verladestation Rübeland	Melaphyr (Diabas)	Diabas	Grundmasse aus feinradialstrahligem Chlorit-Aggregat bestehend; Einsprenglinge: Feldspath und zwar meist Plagioklas neben etwas Orthoklas, beide in Zersetzung; Augit frisch, Titaneisen und Schwefelkies; Korngröße der Einsprenglinge bis 2 mm	Das Material ließ sich auf der Diamantgattersäge glatt, aber nur langsam, auf der Diamantkreissäge sehr gut schneiden		grünlichgrau
22 (42)	T. im Riesengebirge; genauere Angaben nicht gestattet	Hornblende (Diorit)	Diorit	Feldspath und zwar Plagioklas idiomorph, getrübt; Hornblende theils frisch, theils chloritisirt, vielleicht theilweise aus Augit hervorgegangen; Chlorit; Magneteisen, Schwefelkies wenig frisch; Korn bis 5 mm	Krystallinisch-grobkörnig; mit vereinzelten kleinen Schwefelkieskryställchen durchsetzt	uneben, scharfkantig, etwas splitterig	grünlich-dunkelgrau, weiß gesprenkelt
23 (43)	Schürfung zum Zwecke ev. Anlage eines Steinbruches zur Gewinnung von Straßenbaumaterial an der westlichen Thalwand des Eckerthales in der Nähe des Molkenhauses im Harz; Bruchbetrieb noch nicht eröffnet	Gabbro	Gabbro	Augit und Bronzit, Feldspath meist Plagioklas, etwas Orthoklas, beide ziemlich frisch; Biotit, sehr wenig, Hornblende und Quarz (in den Resteckeu) sehr wenig; Magneteisen; frisch; Korn gleichmäßig bis 2 mm	Gleichförmig dicht, krystallinisch	rauh, uneben	grau
24 (54)	Rheinprovinz; nähere Ursprungsangabe nicht gestattet wegen geringer Festigkeit	Melaphyr	Melaphyr	Grundmasse vorwaltend aus einem Aggregat von leistenförmigem Plagioklas-Feldspath, der stark zersetzt ist; Einsprenglinge Plagioklas und Orthoklas; Feldspath zersetzt; Olivin und Augit, beide nur mehr durch Eisenerz-Umrandung kenntlich, in deren Innern etwas Quarz oder Chlorit auftritt; viel Eisenerz in staubförmiger und körniger Ausscheidung	Porös	rauh, uneben	röthlichbraun
25 (57)	Hengstbergbruch zu Hohnstädt bei Grimma (3 km); durch Zweigeleis mit der neuen Bahn Brandis-Selingstädt verbunden	Dunkelblauer sächsischer Melaphyr, auch schwarzer Porphyr	Pyrogen-Quarzporphyr	Melaphyr oder schwarzer Porphyr; Grundmasse vorwiegend, aus feinkrystallinem bis dichtem Feldspath neben Quarz bestehend; frisch; Einsprenglinge: Feldspath und zwar meist Plagioklas neben wenig Orthoklas, beide durchaus frisch, Quarz, Augit, wahrscheinlich stets Eustatit, frisch, Magneteisen durchaus frisch; Korngröße bis 3 mm	Krystallinisch-körnig bis porphyrisch (leicht zu bearbeiten weil der Stein gut absetzt)	uneben, scharfkantig, splitterig	grauschwarz
26 (58)	Wildschütz bei Mockrehna; Verladestation Mockrehna	Melaphyr	Pyrogen-Quarzporphyr	Grundmasse weit vorherrschend, dichtes Aggregat von Feldspath, in Zersetzung mit vielem butzenförmig ausgeschiedenem grobkrystallinem Quarz; Einsprenglinge: Feldspath und zwar Orthoklas neben wenig Plagioklas, beide in Zersetzung, vorherrschend; Quarz weniger zahlreich; Chlorit in Augitform, wenig zahlreich; Korn bis 3 mm	Porphyrisch; in einer grauen, harten, gleichartig dichten Grundmasse sind zahlreiche größere Krystalle von Feldspath und Quarz ausgeschieden	unregelmäßig, scharfkantig	grau gesprenkelt

9	10	11	12		13		14	15	16	17	18	19	20
Raumgewicht	Specifisches Gewicht	Dichtigkeitsgrad	Wasser-Aufnahme nach		Abmessungen		Mittleres Gewicht des trockenen Würfels	Druckfestigkeit kg/qcm			Mittlerer Abnutzungswerth	Verwendungszweck	Bereits verwendet Wo?
			24 Stunden	125 Std. (satt)	Seitenlänge des Würfels	Gedrückte Fläche		trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren			
r	s	$\frac{r}{s}$	Gewichtsprocent		cm	qcm	kg				ccm		
—	—	—	—	—	4	16	0,180	2431 **2080** 1871	—	—	—	Pflastersteine in allen Formen, Würfel-, Reihen-, Kopfsteine und Bordschwellen	Nordharz und Umgegend; Preise frei Rübeland: Würfelsteine 8 M., Reihensteine 6 M., Kopfsteine 7 M. für 1 qm; rohe Steine 6 M. für 1 cbm
3,026	3,033	0,998	0,0	0,0	4	15,8	0,188	2651 **2891** 2162	2635 **2821** 1611	2493 **2125** 1769	6,9	—	—
2,986	2,996	0,997	0,0	0,0	4	16	0,191	3567 **2841** 2278	3167 **2552** 2020	2931 **2603** 2244	6,1	Bau der Staatsstraßen im Bezirk der Herzogl. Kreis-Wegebauinspektion Wolfenbüttel	Noch nicht
2,453	2,636	0,931	1,6	2,0	4	16	0,152	1884 **1663** 1410	1481 **1234** 1062	1487 **1110** 804	9,75	Pflastersteine	—
2,667	2,683	0,994	0,1	0,5	4	16	0,167	3348 **3018** 2849	3348 **2952** 2545	3092 **2609** 1965	6,6	Pflastersteine, Kleinschlag	Provinz und Königr. Sachsen und Thüringen
2,579	2,614	0,987	0,3	0,3	4	16	0,172	3378 **3278** 1820	2962 **2694** 2421	3474 **2846** 2419	5,45	Pflastersteine, Bordsteine, Bausteine (Säulen, Sohlen und Platten) Schotter	1897 in Dessau, Leipzig, Crimmitschau, Torgau, Halle, Gemeinde Kl.-Wittenberg, Züllsdorf und Raundorf

1	2	3	4	5	6	7	8
Laufende Nr. und Nr. des Verzeichnisses Mittheil. 1898 S. 243 bis 284	Herkunft (Lage des Bruches)	Bezeichnung des Steines durch den Antragsteller	Bezeichnung des Steines nach Untersuchung der Königl. geolog. Landesanstalt	Ergebnisse der Untersuchungen in der Königl. geologisch. Landesanstalt	Beschaffenheit der Bruchflächen nach Feststellung in der Versuchsanstalt: Gefüge	Bruch	Farbe
27 (61)	Kaiserstuhl; Phonolithwerk Oberrothweil a. Kaiserstuhl; Besitzer: Herpel, Wilhelm und Hildebrand in Rothweil a. K.	Phonolith aus dem Stumpf eines längsterloschenen Kraters, in dessen Massen sich Adern und Kugeln aus Basalt und Phonolith von wechselnder Mächtigkeit finden	Phonolith	Grundmasse vorherrschend aber gegen Einsprenglinge nicht sehr scharf geschieden, aus Aggregat von leistenförmigem Feldspath, meist Orthoklas, neben etwas Nepheliu bestehend; Einsprenglinge: Feldspath, meist Orthoklas, Nephelin, Augit in sehr kleinen aber zahlreichen Kryställchen, Magneteisen; ziemlich frisch; Korngröße bis 3 mm	Gleichförmig dicht; in mikrokrystallinischer Grundmasse sind größ. Krystalle von glasigem Feldspath (Sanidin) und Hornblende porphyrisch ausgeschieden	scharfkantig, flachmuschelig, etwas splitterig	grau
28 (65)	Gemarkung Steinbach, Station Milseburg der Fulda-Tanner Nebenbahn	Phonolith in Blöcken (Findlingen) auf den sog. Huten und in den Wäldern	Phonolith	Sehr dichte Grundmasse von Feldspathleisten, Orthoklas, Nephelin und Augit, der Feldspath ist filzig, feinfaserig; Einsprenglinge sehr untergeordnet: Feldspath als Sanidin, Biotit; fluidal parallele Anordnung der Feldspathleisten	Gleichförmig dicht, kryptomorph	unregelmäßig, rauh, scharfkantig, splitterig	grünlich-dunkelgrau
29 (66)	Billstein, Gemarkung Ropperhausen, R.-B. Cassel, 6,5 km von Bahnstation Frielendorf	Basalt in stehenden Platten von 2—50 cm Stärke bis 10 m Höhe	Feldspathbasalt	Basalt; Grundmasse aus leistenförmigem Feldspath (Plagioklas) in der Hauptsache bestehend, darin kleine zahlreiche Kryställchen von Augit und Magneteisen; Einsprenglinge, viel Olivin, frisch, Augit wenig; Biotit, sehr wenig; frisch; Korngröße bis 0,5 mm	Krypto-krystallinisch	muschelig, splitterig, scharfkantig; mit Diamantwerkzeugen leicht zu bearbeiten	grauschwarz
30 (71)	Hoheberg b. Orb, bei Gelnhausen; nach Erbauung der normalspurigen Eisenbahn Wächtersbach-Orb wird Orb die nächste Bahnstation; Antr.: Behring & Wächter, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Gesellschaft in Berlin	Basalt; Handelsbezeichnung: Orber Basalt	Feldspathbasalt	Grundmasse aus braunem Glas bestehend, in dem zahlreiche Leisten von Feldspath (Plagioklas) Krystalle von Augit und Magneteisen liegen; Einsprenglinge: zumeist Olivin frisch, Augit frisch, Korngröße der Einsprenglinge bis 1,5 mm	Dicht (mikrokrystallin.) mit unregelmäßig eingebetteten porphyrischen Krystallausscheidungen (Individuen und Aggregate von Olivin)	scharfkantig, splitterig, flachmuschelig	grauschwarz
31 (74)	Steinbühl bei Heckholzhausen, Minderberg b. Linz a. Rh., Basalt-Aktien-Gesellschaft Linz a. Rh.; Versandt größtentheils auf dem Wasserwege, theilweise vom Staatsbahnhofe Linz aus	Säulenbasalt	Feldspathbasalt	Grundmasse frisch, meist vorherrschend, besteht aus leistenförmigem Feldspath, (Plagioklas), Augitkryställchen, Magneteisen; Einsprenglinge zahlreich: Olivin, Augit, beide frisch, etwas Serpentin, Korngröße bis 2 mm	—	—	schwarz
32 (75)		Säulenbasalt	Feldspathbasalt	Wie voriger, aber noch mehr Grundmasse und weniger Einsprenglinge	—	—	schwarz
33 (73)	Berg Debus bei Praskowitz in Böhmen	Säulenbasalt; Handelsbezeichnung: Säulenbasalt, Klarschlag oder grober Säulenbasalt	Magmabasalt oder Limburgit	Grundmasse meist vorherrschend, wahrscheinlich aus sehr untergeordnetem Glas bestehend, worin sehr viele kleine Augite liegen; Einsprenglinge: Olivin frisch, Augit frisch; Korngröße bis 1 mm	Gleichförmig dicht durchsetzt mit größeren und kleineren isolirt liegenden porphyrisch. Krystallausscheidungen	matt, scharfkantig, splitterig, im Großen flachmuschelig	grauschwarz
34 (32)	Schweden; nähere Ursprungsangabe aus geschäftlich. Rücksichten nicht gestattet	Granit	Quarzitischer Sandstein	Quarz in annähernd gleichgroßen ziemlich runden Körnern mit sehr untergeordnetem quarzigem Bindemittel; Korn gleichmäßig, bis 1 mm; etwas Eisenerz	Feinkörnig, ins krystallinische übergehend; gleichförmig	uneben, etwas splitterig	grau

9	10	11	12		13		14	15	16	17	18	19	20
Raumgewicht r	Specifisches Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $\frac{r}{s}$	Wasser-Aufnahme nach 24 Stunden	nach 125 Std. (satt)	Abmessungen Seitenlänge des Würfels	Gedrückte Fläche	Mittleres Gewicht des trockenen Würfels	Druckfestigkeit kg/qcm trocken	wassersatt	nach 25maligem Gefrieren	Mittlerer Abnutzungswerth	Verwendungszweck	Bereits verwendet Wo?
			Gewichtsprocent		cm	qcm	kg				ccm		
2,444	2,543	0,961	0,1	0,2	4	16	0,171	3426 **2857** 2182	3301 **2599** 1871	3115 **2452** 1529	10,35	Blöcke zu Uferbauten, Pflastersteine, Straßenschotter	Der Bruch ist erst kürzlich in Betrieb genommen
2,526	2,563	0,986	—	—	4,2	17	0,190	5321 **4056** 3241	—	—	3,65	Bettungsmaterial für Eisenbahngeleise	Eisenbahnbauinspektion II Fulda seit zehn Jahren
2,957	2,959	0,999	0,0	0,0	4	16	0,186	2711 **3152** 3737	2928 **3285** 3581	2773 **3435** 3985	8,5	Pflasterstein, in nächster Nähe des Bruches Mauerstein	Bruch erst kürzlich angelegt
2,929	2,934	0,998	—	—	4	16	0,192	4579 **3961** 2725	—	—	5,4	Pflastersteine und Schotter	—
—	—	—	—	—	4,2	17,2	0,223	5814 **5288** 4884	—	—	—	Wasserbauten (Werftmauern, Böschungsmauern, Buhnen, Schleusenmauern u. s. w.); Abfall für Straßen- und Eisenbahnschotter	—
—	—	—	—	—	4,2	17,6	0,224	5681 **5369** 4711	—	—	—		—
3,060	3,075	0,995	0,7	0,7	4	16	0,201	5416 **5071** 4576	5664 **5005** 4608	5416 **4946** 4483	4,1	Ausschließlich Chausseebau; besondere Bearbeitung für andere Verwerthung unthunlich	Städte und Baukreise an schiffbaren, mit der Elbe in Verbindung stehenden Flußläufen
2,609	2,664	0,979	0,6	0,6	4,1	16,3	0,178	3689 **3123** 2354	3121 **2897** 2614	3435 **2898** 2509	3,15	—	—

unbenutzter Vorräthe wohl verwerthbarer Bausteine zur Folge haben und somit neue Quellen nationalen Wohlstandes eröffnen."

Dr. A. Leppla wies ebenfalls in einem Aufsatze: Die Prüfung der natürlichen Baugesteine[1]) auf die Nothwendigkeit hin, die Verbindung zwischen dem Bedürfniß nach technischer Prüfung der Gesteine und wissenschaftlicher Erforschung derselben zu knüpfen. Er meint, daß die Gesichtspunkte, welche für die technische Bewerthung eines Gesteines in Betracht kommen, zum großen Theile auch von petrographischer Seite beleuchtet werden können und hält für den wichtigsten Theil der Forschung das Studium der mechanischen Eigenschaften der einzelnen Mineralien, welches bisher kaum begonnen worden ist.

Leppla faßt seine Vorschläge über den Weg der künftigen Forschung wie folgt zusammen:

1. „Das Studium der physikalischen Verhältnisse insbesondere der Elasticitätserscheinungen im weitesten Sinne an den gesteinsbildenden Mineralien;
2. Das Studium der chemischen Veränderungen, welche letztere unter dem Einfluß von Wasser, Sauerstoff, Kohlensäure, schwefliger Säure, Humussäure, Salzlösungen u. s. w. erleiden;
3. Die Auffindung von Methoden zur Bestimmung der Mengenverhältnisse der einzelnen Gemengtheile in den zusammengesetzten Gesteinen, vielleicht auf Grund der Trennungen nach dem specifischen Gewicht mittelst specifisch schwerer Flüssigkeiten;
4. Die Berücksichtigung der Zusammensetzung und Struktur der Gesteine, insbesondere die Einführung der mikroskopischen Methoden."

Lepplas Ausführungen hat sich C. Chelius in Darmstadt[2]) angeschlossen und sie zur Beherzigung empfohlen.

Während der vorliegende Aufsatz schon im Druck war, hat schließlich noch Dr. O. Herrmann in Chemnitz in einem Artikel: „Die Prüfung der natürlichen Baugesteine"[3]) die Meinungsäußerungen der genannten Forscher zusammengefaßt und sich ihnen im wesentlichen angeschlossen, indem er das Prüfungsverfahren der Versuchsanstalt einer nicht durchweg einwandfreien Kritik unterzieht.

Ohne die Zulässigkeit eines Theiles der von Seite der Geologen gemachten Einwände und Vorschläge bestreiten zu wollen, muß doch hervorgehoben werden, daß diese Forderungen vielfach zu weit gehen, daß sie die Angelegenheit einseitig von dem wissenschaftlichen Standpunkte aus betrachten und die berechtigten Interessen der Steininduſtrie und des Handels nicht gehörig berücksichtigen. Wenn zum Beispiel von Dr. Herrmann die Frage aufgeworfen wird, „ob nicht manche der überzahlreichen Untersuchungen, die dem Industriellen nicht unerhebliche Kosten verursachen und zu einer mechanischen Arbeit nach bestimmtem Schema herabzusinken drohen, überflüssig gemacht oder abgekürzt werden könnten, da sie sich mitunter oft an ein und derselben Gesteinsvarietät und ein und demselben geologischen Distrikte wiederholen", so ist darauf zu erwidern, daß das Schema festgehalten werden muß, um die Vergleichsmöglichkeit nicht zu verlieren und daß die Prüfungen auf Antrag von Industriellen oder Baubehörden ausgeführt werden, die im Wettbewerb mit ihren Nachbarn stehen oder sich über die Eigenschaften eines bestimmten, ihnen gelieferten Gesteines Gewißheit verschaffen

[1]) „Baumaterialienkunde" IV. Heft 3.
[2]) „Der deutsche Steinbildhauer" 1899 Nr. 22.
[3]) „Zeitschrift für praktische Geologie" 1900 S. 17.

wollen. Dr. Herrmann weist selber (S. 20 Spalte 2) auf die Verschiedenheiten eines Gesteines an verschiedenen Stellen eines Steinbruches, etwa aus verschiedenen Tiefen oder aus verschiedenen Theilen eines Ganges, hin. Diese Verschiedenheiten werden sich an verschiedenen Stellen eines Distriktes noch stärker geltend machen als in demselben Bruche, die Prüfung der Gesteine aus benachbarten Brüchen ist deshalb keineswegs überflüssig, sondern sehr nützlich und gerade im wissenschaftlichen Interesse erwünscht.

Wenn Dr. Herrmann seinen Hauptwunsch dahin ausspricht:

> „Daß die in den Versuchsanstalten zurückbehaltenen Belagstücke von fachmännischer Seite bestimmt und an der Hand dieser Bestimmungen Berichtigungen der Tabellen veröffentlicht werden möchten"

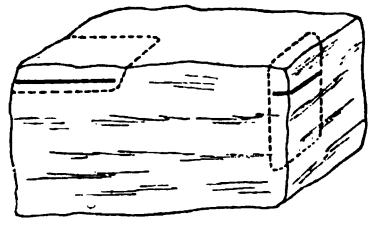
so kann mitgetheilt werden, daß diesem Wunsche, schon bevor er ausgesprochen wurde, durch das sehr dankenswerthe Entgegenkommen der Königl. geologischen Landesanstalt zu Berlin entsprochen werden konnte. Diese Behörde hat die Frage aufgeworfen, ob die zahlreichen von der Versuchsanstalt seit einer Reihe von Jahren veröffentlichten Versuchsergebnisse nicht in einem ursächlichen Zusammenhang zu der mineralischen und strukturellen, zuweilen auch chemischen Zusammensetzung des Gesteines stehen.

Bisher mußten allgemeine Schlüsse auf die Beziehungen zwischen Gefüge und Mineralzusammensetzung einerseits und z. B. Festigkeit andererseits unterbleiben, weil es eben bei den geprüften Steinen an Angaben in dieser Richtung fehlte. Die geologische Landesanstalt äußerte nun den Wunsch, ihren Beamten die Möglichkeit zu gewähren, die obengenannten Beziehungen, welche sich vorläufig nur ahnen lassen, zu studiren und für die Wissenschaft zu verarbeiten.

Sie erbat sich und erhielt kleine Proben von einer Anzahl der in den letzten Jahren untersuchten Gesteine, aus denen Dünnschliffe angefertigt wurden, die der Bezirksgeologe Dr. Leppla auf ihre petrographische Natur untersucht hat.

Die Proben wurden von Blöcken entnommen, welche als Belag für die ausgeführten Untersuchungen aufbewahrt wurden.

Wenn die Skizze den Steinblock darstellt, in welchem die Richtung der Lagerflächen angedeutet ist, so sind die Proben so abgeschlagen worden, wie die punktirten Linien angeben. Mit Tintenstrichen wurde an jedem Stück die Richtung des Lagers angezeichnet.



Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung der Dünnschliffe, die aus diesen Stücken gefertigt wurden, hat die geologische Landesanstalt der Versuchsanstalt zur Verfügung gestellt. Sie sind vorstehend neben den Ergebnissen der früher in der Versuchsanstalt vorgenommenen Prüfungen veröffentlicht, um zu zeigen, wie werthvoll eine derartige Erweiterung der Prüfung sein würde.

Wegen gewisser von einander abweichender Bezeichnungen in den Spalten 5 und 6 ist zur Vermeidung von Mißverständnissen darauf hinzuweisen, daß die von der Versuchsanstalt gegebene, in Spalte 6 enthaltene Beschreibung des Bruchgefüges zunächst den Zwecken des Technikers zu dienen bestimmt ist. Der wiederholt (an den mit * bezeichneten Stellen) gebrauchte Ausdruck „dicht" ist petrographisch nicht zutreffend. Er soll nur den Gegensatz zu den öfter vorkommenden porösen Eruptivgesteinen hervorheben. Solche sind z. B. die unter Nr. 13 und 24 aufgeführten, die durch verhältnißmäßig hohe Wasseraufnahme kenntlich sind.

Die Petrographie bezeichnet bekanntlich ein Gestein als „dicht", dessen einzelne Gemengtheile weder mit bloßem Auge noch mit der Lupe erkennbar sind (Kalkstein, Basalt u. s. w.), während der Techniker und der Laie mit diesem Wort einen weitergehenden Begriff verbindet, unter einem dichten Gefüge ein solches mit lückenloser Oberfläche versteht, auch wenn die einzelnen Gemengtheile mit bloßem Auge erkennbar sind. Geologisch kann ein „dichtes" Gestein gleichzeitig porös sein.

Die geologische Landesanstalt wendet in Spalte 5 bei krystallinisch-körnigen Gesteinen von nicht poröser Struktur im Gegensatz zu den durch Verwitterung porös gewordenen Gesteinen gleicher Art den Ausdruck „frisch" an, der nach dem Vorstehenden auch dem Nicht-Geologen verständlich sein wird.

Wenn sich auch aus der vorläufig nur geringen Zahl von Untersuchungen noch kein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen den mechanischen Eigenschaften eines Gesteines, seiner Verwendbarkeit in der Praxis und seiner mineralogischen Zusammensetzung ersehen läßt, so ist doch zu hoffen, daß bei fortgesetzter Forschung sich gewisse Beziehungen auffinden lassen werden. Damit würde die Erkenntniß der Natur und Brauchbarkeit unserer Bausteine einen großen Schritt vorwärts gethan haben.

Daß die petrographische Untersuchung der Gesteine häufig falsche Benennungen nutzbarer Steinarten beseitigen würde, zeigen die Beispiele Nr. 12, 18, 19, und daß sie die Mittel bietet, den Steinarten die genaue, ihnen wissenschaftlich zukommende Benennung zu geben, alle anderen Beispiele.

Nach Uebereinkunft mit der Königl. geologischen Landesanstalt werden die Versuche fortgesetzt werden.

---

3. Untersuchungen über den Angriff des Eisens durch Wasser.

Von Ingenieur E. Heyn.

Im Oktober 1898 beauftragte der Magistrat von Berlin die Versuchsanstalt, Ermittelungen über die Ursachen der Rostschäden anzustellen, welche in auffällig kurzer Zeit in den Warmwasserbehältern und in den Heizschlangen des städtischen Siechenhauses in der Prenzlauer Allee zu Tage getreten waren und Veranlassung zum Ersatz der Heizschlangen gegeben hatten.

Auf Grund der an Ort und Stelle vorgenommenen Besichtigung, sowie der Untersuchung der eingesandten Heizschlange wurde Folgendes festgestellt:

Die Gesammtanlage ist, soweit sie für die Untersuchung in Betracht kommt, in Textfig. 1 (S. 40) schematisch dargestellt. Das Material für den Warmwasserbehälter Heizschlange war Eisen. Das Eintrittsventil bei a bestand aus einem Aluminiumteller in Messinggehäuse. Nach Angabe der Beamten sollen Heizschlange wie Warmwasserbehälter ursprünglich mit Mennigeanstrich versehen gewesen sein. Bei der Besichtigung war hiervon nichts mehr zu entdecken. Die Innenfläche des Behälters war nahezu gleichmäßig mit einer braunen Rostkruste überdeckt; Stellen besonders starken Angriffs und undichte Stellen waren nicht erkennbar. Die Heizschlange ist in dem Zustande, in welchem sie der Versuchsanstalt eingeliefert wurde, in Lichtbild 1 Taf. I in der Gesammtansicht dargestellt. Im Innern der Schlange war das Material fast unversehrt; es zeigten sich nur an manchen Stellen braune Rostflocken, die sich durch Abwischen leicht entfernen ließen, und unter denen das Rohrmaterial

nicht sichtbar angegriffen worden war. Sie rühren jedenfalls von hängengebliebenen Tropfen des Wassers her, welches beim Ablaufenlassen in der Schlange zurückgeblieben und verdunstet war. Der Angriff auf das Rohr war somit sicher nicht von innen erfolgt; deshalb mußten die Ursachen hierfür auf seiner äußeren Oberfläche gesucht werden. Auf dieser waren Auswüchse einer braunen Masse in die Augen fallend. S. Lichtbild 2 Taf. I. Sie zeigten schichtenartigen Aufbau und vielfach kraterartige Vertiefungen in der Mitte. Die Auswüchse befanden sich fast ausschießlich auf der nach oben gekehrten Seite der Rohre, wie die Lichtbilder 3 und 4 Taf. I zeigen; ferner war eine unverkennbar stärkere Ausbildung der Warzen auf den unteren Rohrwindungen der Schlange festzustellen; nach den oberen Windungen hin, also nach der Seite des eintretenden Heizwassers traten die Auswüchse sowohl inbezug auf Zahl als auch auf Abmessungen allmählich zurück. Die untersten Windungen der Rohrschlange zeigten bereits eingefressene Löcher, wiederum ausschließlich auf der nach oben gekehrten Seite. In den Lichtbildern 3, 4 und 5 Taf. I ist ein aus dem unteren Teil der Schlange entnommenes Rohrstück in etwa 3facher Verkleinerung wiedergegeben. In Lichtbild 3 ist dem Beschauer die beim eingebauten Rohr nach oben gekehrte Seite, in Lichtbild 4 die nach unten gekehrte Seite desselben Rohrstückes zugewendet. Das Ueberwiegen der Wucherungen auf der oberen Seite ist nicht zu verkennen. Gleichzeitig ist in Lichtbild 4 Taf. I die Schweißnaht mit abgebildet. Aus ihrer Lage zu der Lage der Wucherungen ergiebt sich, daß die Schweißstelle, bezw. die Art der Schweißung mit dem vorzeitigen Rostangriff nicht in Zusammenhang stehen können. In Lichtbild 5 Taf. I ist das gleiche Rohrstück wie in Lichtbild 3 in derselben Lage dargestellt, nachdem die Rostwarzen entfernt worden waren. Unterhalb der Rostwucherungen war die Rohrwandung stark eingefressen; am stärksten war die Tiefe der Ausfressung in der Regel an der Stelle des Warzenkraters; an zwei Stellen (S. Lichtbild 5 Taf. I) war dort sogar die Rohrwandung vollkommen durchgefressen. Die chemische Untersuchung der Warzenmasse im lufttrockenem Zustande ergab:

Eisenoxydul . . .	13,12 %
Eisenoxyd . . .	70,22 %
Glühverlust . . .	7,05 %
Kohlensäure . . .	3,12 %

Zur Feststellung, ob das Rohrmaterial Schweißeisen oder Flußeisen ist, wurde ein Querschliff durch die Schlange in einer der unteren Windungen gelegt. Die zahlreichen Schlackeneinschlüsse bewiesen, daß das Rohrmaterial Schweißeisen war. Der Querschliff ist nach der Aetzung in Lichtbild 6 Taf. I in etwa natürlicher Größe wiedergegeben. Etwaige längs einer bestimmten Linie in der Längsrichtung des Rohres verlaufende Unregelmäßigkeiten im Gefüge des Materials, die zu der obenerwähnten eigenartigen Rostbildung hätten führen können, waren nicht nachzuweisen. Es darf daher die Ursache der übermäßigen Rostbildung nicht in örtlichen Verschiedenheiten des Materials der Schlange gesucht werden.

Es erübrigt mithin, festzustellen, ob die Ursachen des starken Rostangriffs in der Eigenart des zur Verwendung gelangten Wassers oder in Besonderheiten der Anordnung der Anlage liegen. Die verschiedentlichen zur Entscheidung der Frage angestellten Versuche sind im Anhange zusammengestellt; hier sollen nur die Ergebnisse zum Zweck der Beweisführung zur Verwendung gelangen.

Aus Versuchsreihe IV (S. Anhang) ergiebt sich, daß das zur Speisung des Warmwasserbehälters benutzte Wasser sich inbezug auf das quantitative Angriffsvermögen auf Eisen von dem gewöhnlichen Leitungswasser der Versuchsanstalt nicht merklich unterscheidet. Die

Urſachen des ſtarken Angriffs auf die Heizſchlange liegen ſomit nicht in der Art des zur Verwendung gelangenden Waſſers. Analyſen der beiden Waſſerarten lagen nicht vor; ſie hätten auch wenig zur Löſung der Frage beizutragen vermocht, da über den Einfluß wechſelnder Mengen der im gewöhnlichen Verbrauchswaſſer gelöſten Stoffe auf Eiſen Beobachtungen nicht vorliegen.

Die Entſtehung galvaniſcher Ströme in der Anlage iſt ziemlich ſicher; ſie können durch den Wärmeunterſchied zwiſchen den einzelnen Windungen der Schlange, ſowie zwiſchen Schlange und Behälterwand ähnlich wie bei Verſuch 88 a zuſtande kommen. Sie können auch durch Berührung der verſchiedenen Metalle: Aluminium, Eiſen und Meſſing in der Nähe des Eintrittsventils a hervorgerufen werden. Entſprechend der von der phyſikaliſchen Reichsanſtalt aufgeſtellten Spannungsreihe[1]) wird wahrſcheinlich Eiſen in Berührung mit Aluminium gegen den Angriff gewöhnlichen Waſſers etwas geſchützt, während es in Berührung mit Meſſing etwas ſtärker angegriffen werden mag. Eine ſchädliche Einwirkung in der Siechenhausanlage, die auf die galvaniſche Einwirkung der Metalle Aluminium und Meſſing im Eintrittsventil a (ſ. Textfigur 1) zurückzuführen wäre, hätte ſich in der Umgebung des Ventils an der Be-

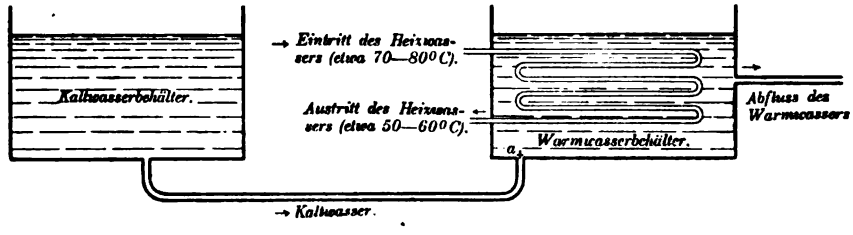


Fig. 1.

hälterwand zeigen müſſen. Es war dies aber nicht der Fall. Sicher ſind die durch galvaniſche Erſcheinungen bedingten Wirkungen, wenn ſolche überhaupt vorhanden waren, ſehr ſchwach und werden vollſtändig in den Hintergrund gedrängt durch die löſende Wirkung von Waſſer auf Eiſen bei Gegenwart von freiem Sauerſtoff.

Die Verhältniſſe der Anordnung der Heizſchlange im Warmwaſſerbehälter des Siechenhauſes wurden in möglichſt einfacher Weiſe nachgeahmt durch den Verſuch 88 b. Die hierbei auftretenden Erſcheinungen ſind im Anhang erörtert und auf Grund der bei den Verſuchen I—VII gewonnenen Ergebniſſe erklärt worden. Auf die Heizſchlange des Siechenhauſes übertragen liefern ſie folgende Erklärung:

Das kalte, gelöſte Luft enthaltende Waſſer tritt unten in den Warmwaſſerbehälter ein; es trifft auf die unteren, etwa 60 C° warmen Theile der Heizſchlange. Hier tritt am Umfang der Schlange wegen des geringeren Löſungsvermögens des Waſſers gegenüber Luft bei höheren Wärmegraden Entlüftung des Waſſers ein. Wie bei Verſuch 88 b ſammeln ſich kleine Luftbläschen auf der Wandung der unteren Schlangenwindungen. Die Bläschen wachſen infolge weiterer Luftzufuhr durch zufließendes friſches Waſſer immer mehr an, klettern, wenn ſie eine gewiſſe Größe erreicht haben infolge ihres Auftriebes an der Rohrwandung nach oben und ſammeln ſich vorwiegend auf der oberſten Seite der unteren Windungen der Rohrſchlange (ſ. Textfigur 2). Aber auch dort bleiben ſie nicht gleichmäßig in einer Linie angeordnet, ſondern ſammeln ſich zu noch größeren Luftblaſen

[1]) S. „Marine-Rundſchau“ 1898. Heft 11. S. 1542. O. Diegel: Die Beſtändigkeit der gewöhnlichſten Kupferlegirungen in Seewaſſer.

an verschiedenen Stellen, z. B. bei a und b. Luft und Wasser wirken gleichzeitig auf das Eisen ein; es wird also an den schraffirten und schwarz gezeichneten Stellen in Textfigur 2 das Eisen besonders stark angegriffen und mit einer schwammigen Rostschicht überzogen, die um die Blase herum einen Rostkranz bildet. Infolge der rauheren Beschaffenheit der einmal angerosteten Stellen a und b werden die weiter entstehenden Luftbläschen vorwiegend dort hängen bleiben, während sie an den glatten, noch wenig angegriffenen Rohrstellen sich leichter ablösen und emporsteigen können. Der einmal an bestimmten Stellen gebildete schwammige Rostbeschlag spielt nun die Rolle eines Sauerstoffüberträgers, wie aus den Versuchen I c und II c hervorgeht, und bewirkt an den einmal von ihm bedeckten Stellen eine besonders rasche Zerstörung des Eisens. Wegen seiner größeren Rauhheit werden sich die durch weiteres Entlüften des Wassers entstehenden Luftbläschen vorwiegend auf ihm ansetzen; ihr Sauerstoff wird vom Rost auf die darunter und daneben befindliche Rohrwand befördert und wandelt in Gemeinschaft mit dem Wasser eine Schicht Eisen nach der anderen in wasserhaltiges Eisenoxyd[1]) um. Dieses besitzt einen erheblich größeren Rauminhalt, als das zu seiner Bildung verwendete Eisen. Der Rostbeschlag wird um die Dicke der neugebildeten Rostschicht gehoben, sein Wachsthum erfolgt also von der Eisenwand der Schlange her. Mit jeder neuen Wasserzufuhr in den Warmwasserbehälter wird auch eine neue Luftmenge zugeführt, welche eine neue Eisenschicht in Rost umwandelt. Dieser stellenweise Angriff des Eisens unter den einmal von Anfang an vorgebildeten Roststellen ist der Verderb für die Eisenschlange; sie wird infolgedessen an einzelnen Stellen bereits durchgefressen, während andere Stellen noch kaum angegriffen sind.

Fig. 2.

Da das frisch in den Warmwasserbehälter eintretende Wasser vorwiegend an den unteren Schlangenwindungen entlüftet wird, muß auch der Angriff dort am stärksten sein; die Stärke des Angriffs der Heizschlange nimmt nach oben ab, was mit dem Thatbestand im vorliegenden Falle übereinstimmt.

Die Aehnlichkeit zwischen den Rostbildungen auf dem Rohr A des Versuchs 88 (s. Lichtbilder 12 und 13 Taf. I) mit den Rostwarzen auf der Heizschlange des Siechenhauses ist trotz der kurzen Versuchsdauer und der erheblich geringeren dabei zur Verwendung gelangten Wassermenge, vollkommen.

Mit der Menge des zur Entlüftung gelangenden Wassers muß natürlich die zerstörende Wirkung auf die Rostschlange gesteigert werden. Unter der Annahme, daß in je 100 ccm Wasser bei Sättigung mit Luft 0,8 ccm Sauerstoff (bei 0 C° und 760 mm Barometerstand) enthalten[2]) sind, welche 0,00114 g Sauerstoff entsprechen, könnte jeder Kubikmeter dem Warmwasserbehälter zugeführten Wassers im günstigsten Falle etwa 26,7 g Eisen in wasserhaltiges Eisenoxyd verwandeln.

Die Anordnung der Heizschlange im Warmwasserbehälter des Siechenhauses erfüllt mithin in vollkommenster Weise alle Bedingungen, die zu einer kräftigen Zerstörung der

[1]) Dieses ist entsprechend der Analyse auf Seite 39 noch eisenoxydulhaltig. Der Wassergehalt ist sehr veränderlich und entweicht zum weitaus überwiegenden Theile unter und bei 100 C°. Es ist demnach wahrscheinlich, daß hier nicht ein bestimmtes chemisches Hydrat des Eisenoxydes vorliegt, sondern ein ähnlicher Stoff, wie ihn van Bemmelen („Zeitschr. anorg. Chem." 20, S. 185, „die Isotherme des kolloidalen Eisenoxydes bei 15 C°") als Hydrogel bezeichnet.

[2]) Berg und Knauthe „Naturw. Rundschau" 1898. Nr. 51 und 52.

Schlange durch Rost erforderlich sind. Die Luft- (bezw. Sauerstoff-)zufuhr braucht nicht wie bei Versuchsreihe III durch Diffusion bewirkt zu werden. Die Strömungen infolge der Erwärmung des Wassers am Umfange der Rohrschlange führen immer neue Mengen Luft zu, die an der Schlange selbst ausgeschieden werden. Etwaige aufsteigende Luftblasen finden noch Gelegenheit, auf die oberen Windungen der Schlange einzuwirken.

Der Angriff der Behälterwand erfolgt im Wesentlichen nach den Bedingungen der Versuchsreihe III, ist daher gleichmäßiger und weniger kräftig als die Zerstörungswirkung auf die Schlange.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß das rasche Schadhaftwerden der Schlange durch die Art der Anlage selbst bedingt ist, und daß es kaum ein gewöhnliches Leitungswasser oder ein gewöhnliches Eisenmaterial für die Schlange geben wird, welches unter den durch die Anlage gegebenen Verhältnissen günstigere Ergebnisse erwarten läßt.

Anhang.

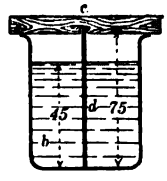
Um Einblick in die beim Angriff von Eisen durch Wasser auftretenden Erscheinungen zu gewinnen, wurden die Versuchsreihen I—VII ausgeführt. Bei den Versuchen 1 bis 87 wurden Plättchen aus einem und demselben Feinblech aus Martinflußeisen angewendet. Als Versuchswasser dienten:

1. Leitungswasser der Versuchsanstalt, theils unmittelbar aus der Leitung, theils aus einer gläsernen Vorrathsflasche, und
2. Wasser aus dem Warmwasserbehälter des Siechenhauses aufbewahrt in einer Glasflasche.

Versuchsreihe I und II.

(Versuche 1 bis 47).

Die Plättchen hatten rechteckige Gestalt mit 75 und 30 mm Seitenlänge. Sie tauchten 45 mm tief ins Wasser ein und ragten 30 mm über dem Wasserspiegel in die Luft. Um blanke metallische Oberfläche zu erzielen, waren sie fein abgeschmirgelt. Die Menge des Versuchswassers betrug für jeden Versuch 55 ccm. Es befand sich in einem Becherglas. Um die Plättchen vor dem Umfallen zu schützen, waren sie in mit Paraffin gekochte Holzleistchen c eingeklemmt, welche quer über das Becherglas hinweglagen, aber den freien Luftzutritt nicht hinderten, s. Textfig. 3. Die Eisenplättchen standen auf dem Boden der Bechergläser auf. Bei Versuchsreihe I wurde Leitungswasser der Versuchsanstalt, bei Versuchsreihe II Siechenhauswasser verwendet.



a: Becherglas.
b: etwa 55 ccm Versuchswasser.
c: mit Paraffin gekochtes Holzleistchen.
d: Versuchsplättchen.

Fig. 3.

Die Versuchsausführung erfolgte auf 3 Weisen:

Ausführung a): Ein und dasselbe vorher gewogene Plättchen wurde nach kürzeren Zeiträumen herausgenommen, durch Abreiben mittels eines Glasstabes mit Gummikappe und Abspritzen mit Wasser von dem anhaftenden Rostüberzug befreit, mit Alkohol und Aether getrocknet und sodann gewogen. Nach der Wägung wurde das Plättchen wieder in frisches Wasser eingestellt u. s. f.

Ausführung b): Ein und dasselbe vorher gewogene Plättchen wurde wie bei a nach kürzeren Zeiträumen vom Rost befreit, gewogen und dann wieder in das alte Versuchswasser, in welchem der gesammte braune Niederschlag verblieb, eingesetzt.

Ausführung c): Verschiedene gewogene Plättchen wurden verschieden lange Zeit ohne Reinigung der Oberfläche und Erneuerung des Wassers eingestellt. Durch Wägen des gereinigten Plättchens nach Beendigung des Versuchs wurde die Gewichtsabnahme ermittelt.

Die beobachten Gewichtsabnahmen sind in Tabelle I und II eingetragen.

Tabelle I. **Versuchsreihe I.**

Als Versuchswasser diente unmittelbar der Leitung entnommenes Leitungswasser der Versuchsanstalt. Die Plättchen (75 × 30 mm) waren mit gleicher Tauchtiefe von 45 mm in das Wasser eingesetzt.

(Siehe Schaubild Fig. 4 und Textfigur 3.)

Nummer des Versuchs	Nummer des Versuchsplättchens	Art des Versuchswassers	Ausführung des Versuchs	Versuchsdauer Tage	Anfangsgewicht des Plättchens g	Endgewicht des Plättchens g	Gewichtsabnahme des Plättchens g
1	1	Frisches Leitungswasser, unmittelbar aus der Leitung der Versuchsanstalt	Ausführungsart a: Plättchen frisch abgeschmirgelt	1	8,4005	8,3985	0,0020
2	1		Plättchen von Versuch 1	1	8,3985	8,3959	0,0026
3	1		" " " 2	1	8,3959	8,3943	0,0016
4	1		" " " 3	2	8,3943	8,3920	0,0023
5	1		" " " 4	2	8,3920	8,3895	0,0025
6	1		" " " 5	2	8,3895	8,3874	0,0021
7	1		" " " 6	1	8,3874	8,3859	0,0015
8	1		" " " 7	3	8,3859	8,3834	0,0025
9	1		" " " 8	2	8,3834	8,3817	0,0017
10	1		" " " 9	5	8,3817	8,3797	0,0020
11	1		" " " 10	10	8,3797	8,3764	0,0033
12	2		Ausführungsart c: Die Plättchen wurden in frisch abgeschmirgeltem Zustande eingesetzt	2	8,9798	8,9764	0,0034
13	3			3	9,7591	9,7554	0,0037
14	4			5	9,1741	9,1672	0,0069
15	5			10	9,2094	9,1964	0,0130
16	6			31	8,0305	7,9542	0,0763

In den zu Versuchsreihe I und II gehörigen Schaulinien Textfig. 4 und 5 sind als Abscissen die Zeiten eingetragen, während welcher das Plättchen der Wirkung des Wassers ausgesetzt war; als zugehörige Ordinaten sind die nach diesen Zeiten eingetretenen Gesammtgewichtsabnahmen in Milligrammen verzeichnet. Die der Ausführungsart a entsprechenden Kurven sind ausgezogen, die für Ausführung b geltenden strichpunktirt, und die sich auf die Ausführung c beziehenden gestrichelt gezeichnet.

Die einzelnen zu je einer Versuchsreihe gehörigen Versuche sind möglichst gleichzeitig und unter möglichst gleichen Umständen (namentlich Wärmegraden) ausgeführt, somit untereinander vergleichbar. Dagegen sind die Werthe verschiedener Versuchsreihen nicht unmittelbar in Vergleich zu ziehen, da sie zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen äußeren Verhältnissen ermittelt sind.

Bei sämmtlichen Versuchen entstand unmittelbar nach dem Einsetzen des Plättchens in frisches Wasser eine milchige Trübung, deren Färbung immer dunkler wurde, und welche

Tabelle II. **Versuchsreihe II.**

Als Versuchswasser diente Wasser aus dem Warmwasserbehälter des Siechenhauses, welches in einer gläsernen Vorrathsflasche aufbewahrt wurde. Die Plättchen (75 × 30 mm) waren mit gleicher Tauchtiefe von 45 mm in das Wasser eingesetzt.

(Siehe Schaubild Fig. 5 und Textfigur 3.)

Nummer des Versuchs	Nummer des Versuchsplättchens	Art des Versuchswassers	Ausführung des Versuchs	Versuchsdauer Tage	Anfangsgewicht des Plättchens g	Endgewicht des Plättchens g	Gewichtsabnahme des Plättchens g
17	2	Frisches Wasser aus der Vorrathsflasche	Ausführungsart a: Plättchen frisch abgeschmirgelt	2	8,9311	8,9264	0,0047
18	2		Plättchen von Versuch 17	1	8,9264	8,9232	0,0032
19	2		„ „ „ 18	2	8,9232	8,9193	0,0039
20	2		„ „ „ 19	2	8,9193	8,9153	0,0040
21	2		„ „ „ 20 Mit Gummistab	3	8,9153	8,9104	0,0049
22	2		„ „ „ 21 abgeputzt, mit Al-	4	8,9104	8,9062	0,0042
23	2		„ „ „ 22 kohol und Aether	2	8,9062	8,9033	0,0029
24	2		„ „ „ 23 getrocknet, gewogen	2	8,9033	8,9013	0,0020
25	2		„ „ „ 24 und wieder ein-	2	8,9013	8,8998	0,0015
26	2		„ „ „ 25 gesetzt	3	8,8998	8,8971	0,0027
27	2		„ „ „ 26	2	8,8971	8,8953	0,0018
28	2		„ „ „ 27	2	8,8953	8,8935	0,0018
29	2		„ „ „ 28	5	8,8935	8,8894	0,0041
31	4	Frisches Wasser aus der Vorrathsflasche	Ausführungsart b: Plättchen frisch abgeschmirgelt	5	9,1149	9,1070	0,0079
32	4	Wasser von Versuch 31	Plättchen von Versuch 31	2	9,1070	9,1024	0,0046
33	4	„ „ „ 32	„ „ „ 32	3	9,1024	9,0976	0,0048
34	4	„ „ „ 33	„ „ „ 33 Mit Gummistab	4	9,0976	9,0910	0,0066
35	4	„ „ „ 34 Mit dem gesammten darin befindlichen Niederschlag verwendet	„ „ „ 34 abgeputzt, mit Al-	2	9,0910	9,0880	0,0030
36	4	„ „ „ 35	„ „ „ 35 kohol und Aether	2	9,0880	9,0845	0,0035
37	4	„ „ „ 36	„ „ „ 36 getrocknet, gewogen	2	9,0845	9,0811	0,0034
38	4	„ „ „ 37	„ „ „ 37 und wieder ein-	3	9,0811	9,0751	0,0060
39	4	„ „ „ 38	„ „ „ 38 gesetzt	2	9,0751	9,0716	0,0035
40	4	„ „ „ 39	„ „ „ 39	2	9,0716	9,0674	0,0042
41	4	„ „ „ 40	„ „ „ 40	5	9,0674	9,0599	0,0075
30	3	Frisches Wasser aus der Vorrathsflasche	Ausführungsart c: Plättchen frisch abgeschmirgelt	3	9,7058	9,7003	0,0055
42	5	„ „ „ „ „	„ „ „	10	9,1407	9,1222	0,0185
43	5	Wasser von Versuch 42	Plättchen von Versuch 42 Mit Gummistab abgeputzt, mit Alkohol und Aether getrocknet, gewogen und wieder eingesetzt	6	9,1222	9,1097	0,0125
44	6	Frisches Wasser aus der Vorrathsflasche	Plättchen frisch abgeschmirgelt	20	7,8911	7,8504	0,0407
45	7	„ „ „ „ „	„ „ „	23	9,7701	9,7134	0,0567
46	8	„ „ „ „ „	„ „ „	27	10,3194	10,2412	0,0782
47	9	„ „ „ „ „	„ „ „	32	9,0268	8,9202	0,1066

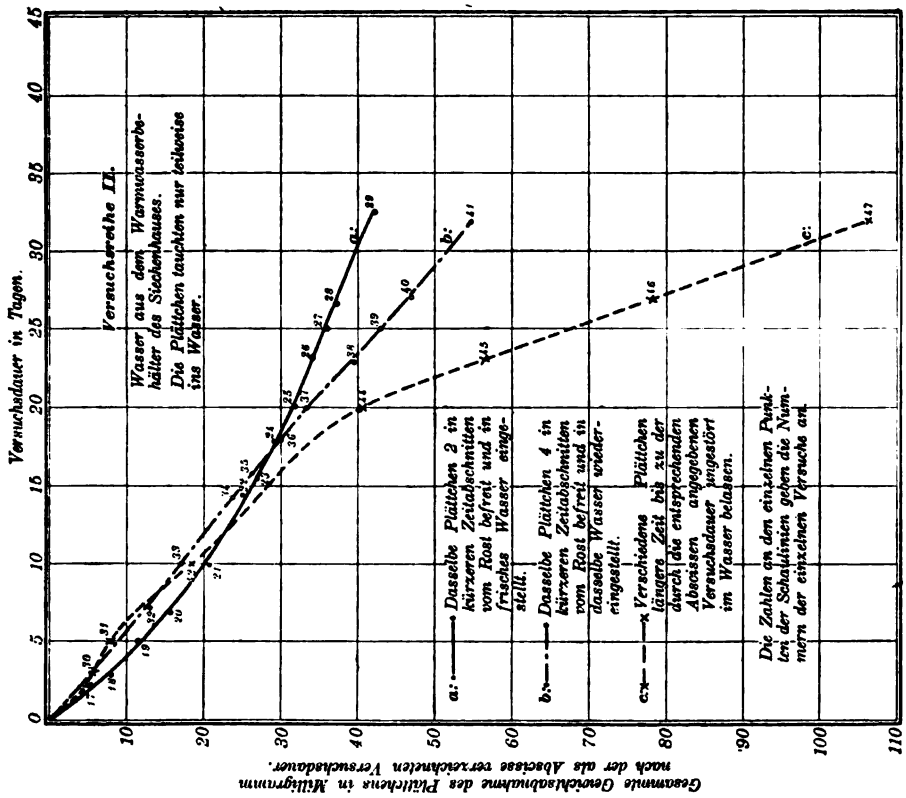

Versuchsreihe II.
Wasser aus dem Warmwasserbehälter des Siechenhauses.
Die Plättchen tauchten nur teilweise ins Wasser.
a: —— Dasselbe Plättchen 2 in kürzeren Zeitabschnitten vom Rost befreit und in frisches Wasser eingestellt.
b: — · — Dasselbe Plättchen 4 in kürzeren Zeitabschnitten vom Rost befreit und in dasselbe Wasser wiedereingestellt.
c: — — — Verschiedene Plättchen längere Zeit bis zu der durch die entsprechenden Abscissen angegebenen Versuchsdauer ungestört im Wasser belassen.
Die Zahlen an den einzelnen Punkten der Schaulinien geben die Nummern der einzelnen Versuche an.
Versuchsdauer in Tagen.
Gesammte Gewichtsabnahme des Plättchens in Milligramm nach der als Abscisse verzeichneten Versuchsdauer.

Fig. 5.

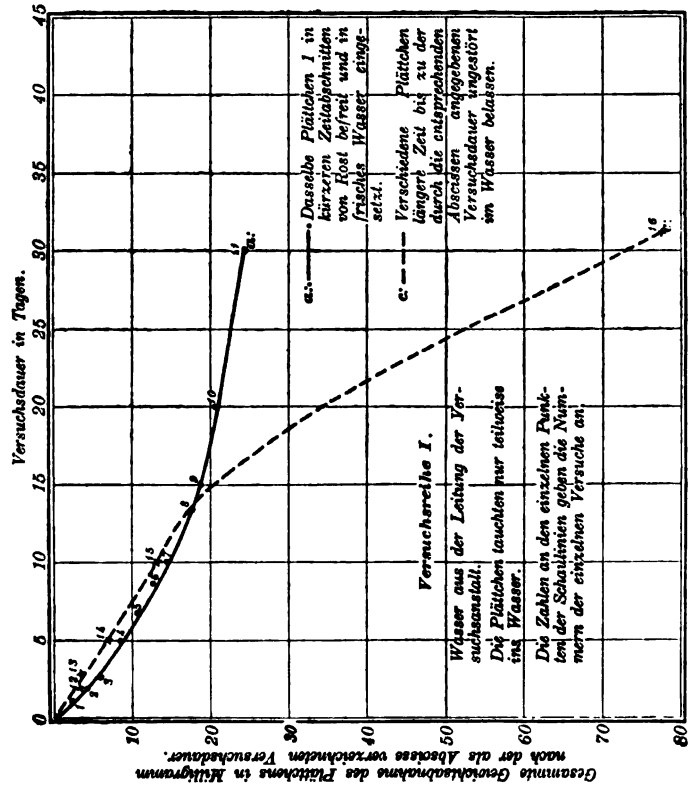

Versuchsreihe I.
Wasser aus der Leitung der Versuchsanstalt.
Die Plättchen tauchten nur teilweise ins Wasser.
a: —— Dasselbe Plättchen 1 in kürzeren Zeitabschnitten vom Rost befreit und in frisches Wasser eingesetzt.
c: — — — Verschiedene Plättchen längere Zeit bis zu der durch die entsprechenden Abscissen angegebenen Versuchsdauer ungestört im Wasser belassen.
Die Zahlen an den einzelnen Punkten der Schaulinien geben die Nummern der einzelnen Versuche an.
Versuchsdauer in Tagen.
Gesammte Gewichtsabnahme des Plättchens in Milligramm nach der als Abscisse verzeichneten Versuchsdauer.

Fig. 4.

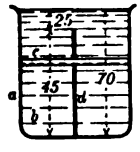
allmählich in einen braunen Niederschlag überging. Die Wasserlinie ist auf sämmtlichen Plättchen durch eine tiefer ausgefressene Linie gekennzeichnet.

Bei der Versuchsausführung c, namentlich bei den Versuchen von längerer Dauer zeigten sich die auf Seite 51 näher beschriebenen besonderen Erscheinungen, wie sie in Lichtbild 7 Taf. I wiedergegeben sind.

Versuchsreihe III.

(Versuche 48 bis 75).

Es kamen rechteckige Plättchen von 45 mal 30 mm Seitenlänge zur Anwendung, welche vollständig unter Wasser standen. Die der Einwirkung des Wassers ausgesetzte Oberfläche war somit die gleiche wie bei Versuchsreihe I und II. Die Aufstellung der Plättchen ist durch Textfig. 6 erläutert. Die Entfernung zwischen Wasserspiegel und Plättchenoberkante betrug 25 mm. Um die Plättchen vor dem Anlehnen an die Glaswandung zu schützen, wurden sie mit einem Loch versehen, in welches ein in Paraffin gekochtes Holzpflöckchen fest einpaßte, das sich beiderseits an die Glaswand stützte. Als Versuchswasser diente das einer Vorrathsflasche entnommene Leitungswasser der Versuchsanstalt.



a: Becherglas.
b: Versuchswasser.
c: paraffinirtes Hölzchen.
d: Versuchsplättchen.

Fig. 6.

Die Versuchsausführungen a, b und c entsprechen denen wie in Versuchsreihe I und II. Die Gewichtsabnahmen sind in Tabelle III eingetragen. Die Textfig. 7 giebt die Schaubilder der Gewichtsabnahmen der Plättchen nach bestimmten Zeiten, und es gilt hierfür die gleiche Erläuterung wie oben bei Reihe I und II.

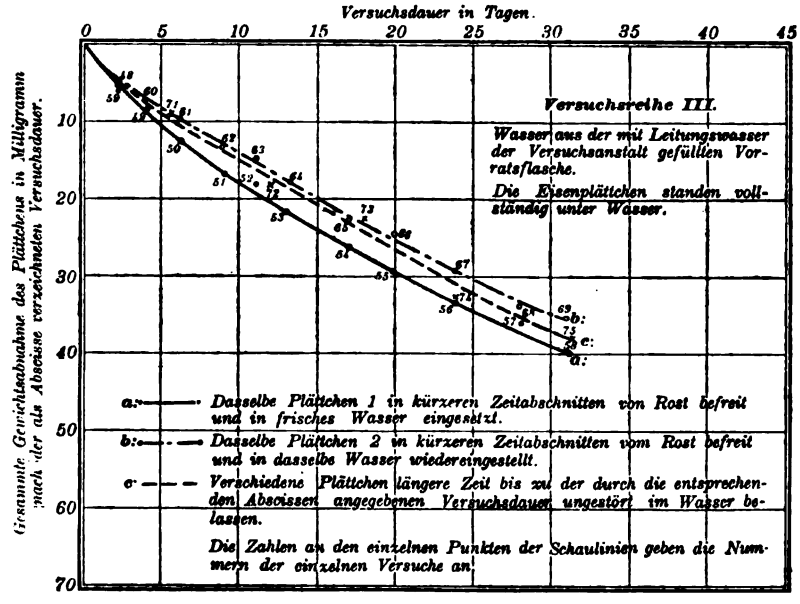


Fig. 7.

Tabelle III. **Versuchsreihe III.**

Als Versuchswasser diente Leitungswasser aus der Wasserleitung der Versuchsanstalt, welches in einer gläsernen Vorrathsflasche aufbewahrt wurde. Die Plättchen (30 × 45 mm) befanden sich vollkommen unter Wasser.

(Siehe Schaubild Fig. 7 und Textfigur 6.)

Nummer des Versuchs	Nummer des Versuchsplättchens	Art des Versuchswassers	Ausführung des Versuchs	Versuchsdauer Tage	Anfangsgewicht des Plättchens g	Endgewicht des Plättchens g	Gewichtsabnahme des Plättchens g
48	1	Frisches Leitungswasser aus der Vorrathsflasche	Ausführungsart a: Plättchen abgeschmirgelt	2	4,9290	4,9240	0,0050
49	1		Plättchen von Versuch 48	2	4,9240	4,9202	0,0038
50	1		" " " 49	2	4,9202	4,9166	0,0036
51	1		" " " 50	3	4,9166	4,9121	0,0045
52	1		" " " 51	2	4,9121	4,9109	(0,0012)[1]
53	1		" " " 52	2	4,9109	4,9075	(0,0034)
54	1		" " " 53	4	4,9075	4,9031	0,0044
55	1		" " " 54	3	4,9031	4,8999	0,0032
56	1		" " " 55	4	4,8999	4,8956	0,0043
57	1		" " " 56	4	4,8956	4,8932	(0,0024)[2]
58	1		" " " 57	3	4,8932	4,8890	(0,0042)
59	2	Frisches Wasser aus der Vorrathsflasche	Ausführungsart b: Plättchen abgeschmirgelt	2	4,4683	4,4627	0,0056
60	2	Wasser von Versuch 59	Plättchen von Versuch 59	2	4,4627	4,4605	0,0022
61	2	" " " 60	" " " 60	2	4,4605	4,4584	0,0021
62	2	" " " 61	" " " 61	3	4,4584	4,4552	0,0032
63	2	" " " 62	" " " 62	2	4,4552	4,4535	0,0017
64	2	" " " 63	" " " 63	2	4,4535	4,4508	0,0027
65	2	" " " 64	" " " 64	4	4,4508	4,4457	0,0051
66	2	" " " 65	" " " 65	3	4,4457	4,4436	0,0021
67	2	" " " 66	" " " 66	4	4,4436	4,4391	0,0045
68	2	" " " 67	" " " 67	4	4,4391	4,4345	0,0046
69	2	" " " 68	" " " 68	3	4,4345	4,4325	0,0020
70	3	Frisches Leitungswasser aus der Vorrathsflasche	Ausführungsart c: Plättchen wurden stets im frisch abgeschmirgelten Zustande eingesetzt	4	5,5112	5,5027	0,0085
71	4			6	5,4572	5,4482	0,0090
72	5			12	5,3110	5,2931	0,0179
73	6			18	4,0648	4,0423	0,0225
74	7			24	5,2458	5,2134	0,0324
75	8			31	4,5000	4,4618	0,0382

[1]) Am oberen Rand des Plättchens haftete eine braungrüne Schicht fest, die sich vor der Wägung nicht entfernen ließ.

[2]) Der Rost ließ sich vor der Wägung nicht gänzlich entfernen.

Versuchsreihe IV.

(Versuch 76 bis 79.)

Vergleich des Leitungswassers der Versuchsanstalt und des Wassers aus dem Warmwasserbehälter des Siechenhauses bezüglich der lösenden Wirkung.

Sämmtliche Plättchen (45×30 mm) waren vollständig unter Wasser. Die Versuchsanordnung war die gleiche, wie bei Versuchsreihe III. Die vier Plättchen 1 bis 4 wurden zu gleicher Zeit in das Wasser eingestellt und zu gleichen Zeiten herausgenommen und gewogen. Die Proben standen im gleichen Raum unmittelbar nebeneinander. Auf diese Weise wurden gleiche Versuchsbedingungen, namentlich inbezug auf Wärme, Erschütterungen u. s. w. erzielt. Die Versuchsdauer war 21 Tage.

Vers. 76. Plättchen 1: Leitungswasser der Versuchsanstalt aus Vorrathsflasche:

Anfangsgewicht des Plättchens.	Endgewicht desselben.	Gewichtsabnahme.
g	g	g
4,8207	4,7894	0,0313

Bemerkung: Ein brauner, franziger Niederschlag überdeckte die Probe und fiel schon beim Aufsetzen des Becherglases ab. Darunter saß ein lauchgrüner Schleim, welcher die Fläche des Plättchens gleichmäßig überzog und sich mit dem Finger entfernen ließ. Der Angriff war auf der einen Seite des Plättchens ziemlich regelmäßig, auf der anderen dagegen wechselten dunklere und hellere Stellen mit einander ab. S. Lichtbild 10 und 11; Plättchen Nr. 1 Taf. I.

Vers. 77. Plättchen 2: Wasser aus dem Warmwasserbehälter des Siechenhauses, in einer gläsernen Vorrathsflasche aufbewahrt.

Anfangsgewicht des Plättchens.	Endgewicht desselben.	Gewichtsabnahme.
g	g	g
4,3762	4,3467	0,0295

Bemerkung: Ein brauner, lockerer Niederschlag, welcher sich leicht entfernen ließ, überdeckte die Probe; nach Abspülen desselben zeigte sich ein festhaftender lauchgrüner Beschlag, der durch Reiben nicht zu entfernen war. Die Stellen, an welchen dieser Beschlag haftete, sind in Lichtbild 10 und 11, Plättchen Nr. 2, Taf. I dunkel. Infolge des Festhaftens dieses Beschlages wird die Gewichtsabnahme um einen kleinen Betrag zu niedrig gefunden.

Vers. 78. Plättchen 3: Leitungswasser der Versuchsanstalt unmittelbar der Leitung entnommen.

Anfangsgewicht des Plättchens.	Endgewicht desselben.	Gewichtsabnahme.
g	g	g
5,4615	5,4295	0,0320

Bemerkung: Erscheinungen wie bei Plättchen 1. (S. Plättchen Nr. 3, Lichtbild 10 und 11 Taf. I.)

Vers. 79. Plättchen 4: Wasser aus dem Warmwasserbehälter des Siechenhauses, in Vorrathsflasche aufbewahrt.

Anfangsgewicht des Plättchens.	Endgewicht desselben.	Gewichtsabnahme.
g	g	g
5,3769	5,3459	0,0310

Bemerkung: Erscheinungen wie bei Plättchen 2. (S. Plättchen Nr. 4. Lichtbild 10 und 11 Taf. I).

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß zwischen der lösenden Einwirkung des Wassers der Versuchsanstalt und des Siechenhauswassers kein bemerkenswerther Unterschied besteht; wohl aber daß, wegen des festhaftenden lauchgrünen Ueberzugs bei Versuch 77 und 79 die Wirkungsweise beider Wässer eine unterschiedliche sein mag. Auch der Umstand, daß das Leitungswasser bei Versuch 78 der Leitung unmittelbar, bei Versuch 76 aber aus einer Vorrathsflasche aus Glas entnommen wurde, scheint keinen wesentlichen Einfluß auszuüben.

Versuchsreihe V.

(Versuch 80 bis 81).

Einfluß der Gegenwart von Luft im Wasser auf dessen lösende Wirkung.

Versuchswasser: Leitungswasser der Versuchsanstalt. S. Tabelle IV und die Textfiguren 8 und 9.

Tabelle IV. **Versuchsreihe V.**

Einfluß der Gegenwart von Luft im Wasser auf dessen lösende Wirkung gegenüber Eisen.

Versuchswasser: Leitungswasser der Versuchsanstalt.

Nummer des Versuchs	Nummer des Versuchs-plättchens	Ausführung des Versuchs	Dauer der Einwirkung Tage	Anfangsgewicht des Plättchens g	Endgewicht des Plättchens g	Gewichtsabnahme des Plättchens g
80	5	Plättchen vollständig unter Wasser in weithalsiger unbedeckter Flasche, vgl. Textfig. 8. Wassermenge etwa 200 ccm	24	5,1945	5,1240	0,0705
81	6	Plättchen vollständig unter Wasser. Letzteres war vorher im Wasserstoffstrom ausgekocht, in diesem erkaltet und ohne Berührung mit Luft in die Flasche a, vgl. Textfig. 9 übergefüllt, in welcher das Plättchen bereits hing. Während der ganzen Versuchsdauer wurde ein Wasserstoffstrom über der Wasseroberfläche unterhalten. Wassermenge etwa 200 ccm. Der Wasserstoff wurde in einem Kippschen Apparat entwickelt und durchlief zum Zweck der Reinigung Waschflaschen mit Permanganat, Kalilauge und Wasser	24	3,9446	3,9426	0,0020

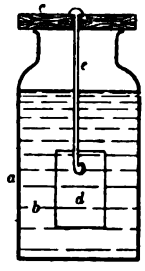
Die bei Versuch 80 beobachteten Erscheinungen waren die gleichen, wie bei den Versuchsreihen III und IV. Bald nach Einhängen der Probe wurde die Flüssigkeit trübe, dann immer brauner unter Absetzen eines braunen Niederschlages. Die Probe war bedeckt mit einem braunen Überzug, der sich leicht ablöste; darunter befand sich wieder ein lauchgrüner Schleim, der sich ebenfalls leicht entfernen ließ.

Bei Versuch 81 blieb die Probe vollkommen blank; das Wasser zeigte nur gegen Ende des Versuches eine Spur beginnender milchiger Trübung.

Zusammenfassung der Ergebnisse der Versuchsreihen I bis V.

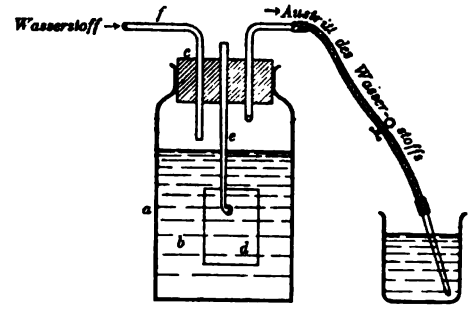
Aus den Versuchsreihen I bis V ergiebt sich Folgendes:

A. Da (Versuch 81) bei vollkommenem Ausschluß des freien Sauerstoffs selbst nach langandauernder Einwirkung des Wassers auf das Eisenplättchen eine ergebliche Gewichtsabnahme nicht zu bemerken ist, muß gefolgert werden, daß für den Angriff des Eisens durch Wasser die Mitwirkung freien Sauerstoffs wesentliche Bedingung ist[1]).



a: Weithalsige Glasflasche.
b: Versuchswasser.
c: paraffinirtes Holzleistchen.
d: Plättchen.
e: Glasstab mit Haken zum Aufhängen des Plättchens.

Fig. 8.



a: Weithalsige Glasflasche.
b: Im Wasserstoffstrom ausgekochtes Leitungswasser. Eingefüllt in a ohne in Berührung mit Luft zu gelangen.
c: Dreifach durchbohrter Gummistopfen.
d: Plättchen.
e: Glasstab zum Aufhängen von d.
f: Zuleitungsrohr für Wasserstoff.

Fig. 9.

B. Wird das Eisen der Einwirkung des Wassers so ausgesetzt, daß eine unmittelbare Einwirkung des Sauerstoffs der Atmosphäre ausgeschlossen ist, wie bei Versuchsreihe III, so kann nur der in Wasser gelöste Sauerstoff in Wirkung treten. Man kann[2]) annehmen, daß die Menge des in 100 ccm Wasser bei 0 C° und 760 mm Barometerstand bei voller Sättigung gelösten Sauerstoffs 0,8 ccm beträgt. In den 55 ccm des Versuchswassers würden demnach im höchsten Falle 0,0006 g freier Sauerstoff enthalten sein, welcher höchstens 0,0015 g Eisen in Oxyd überführen kann. Die gefundenen Zahlen der Gewichtsabnahme liegen bei Versuchsreihe III aber erheblich über diesem Werthe. Der verbrauchte Sauerstoff muß also beständig von außen her durch die Oberfläche des Wassers hindurch ersetzt werden. Es geschieht dies durch Diffusion. Auch die Überführung des Sauerstoffs im Wasser bis zur Oberfläche des Eisenplättchens geschieht ebenfalls durch Diffusion. Es ist daher einleuchtend, daß allmählich die Menge des in der Zeiteinheit oxydirten Eisens einem Gleichgewichtszustand zustrebt, welcher durch die Schnelligkeit bedingt ist, mit der der Sauerstoff durch das Wasser zum Eisen und durch die Wasseroberfläche in das Wasser diffundirt. Dies erklärt, daß gegen Ende der Versuchsreihe III in allen drei Fällen a, b, c die Gewichtsabnahme in der Zeiteinheit die gleiche ist, wie durch den parallelen Verlauf der drei Kurven a, b, c angedeutet wird. Die geringe Verschiedenheit in der Lage der Kurven a, b, c, namentlich im Anfang der Einwirkung darf nicht ohne Weiteres zu weitergehenden Schlüssen verwendet werden, weil im Anfang Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der ursprünglichen Oberfläche Nebener-

[1]) Übereinstimmend mit den Versuchen von J. Spennrath, „Verh. Ver. Bef. Gewerbefl." 1895 S. 245.

[2]) S. Berg & Knauthe, „Naturw. Rundsch." 1898. Nr. 51 und 52.

scheinungen bewirken können, die der einen oder der anderen Kurve gegenüber den übrigen einen Vorsprung verschafft, der nicht wieder ausgeglichen wird.

C. Ist die Versuchsanordnung wie in den Versuchsreihen I und II, taucht also das Plättchen nur theilweise ins Wasser ein und ragt zum andern Theil in die atmosphärische Luft, so spielt die unmittelbare Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes an der Berührungsstelle zwischen Wasser, Luft und Plättchen eine wichtige Rolle. Es geht dies am deutlichsten aus dem Lichtbild 7, Taf. I hervor, welches dem Plättchen Nr. 6 nach Beendigung des Versuchs Nr. 16 entspricht. Es zeigten sich hierbei folgende Erscheinungen: Unterhalb der Linie des Wasserspiegels hing beim Herausnehmen des Plättchens eine Wolke von schaumigem wasserhaltigen Eisenoxyd nach unten und bedeckte die im Lichtbild mit α bezeichnete Stelle. Darunter war bei β das Eisen außerordentlich kräftig angeätzt. Die Wirkung war ähnlich der, wie man sie durch Anätzen des Eisens mittels Salpetersäure 1 : 5 oder mittels Kupferammonchloridlösung 1 : 10 innerhalb einer Minute erzielt, was aus der Beschaffenheit der Fläche der Eisenkörner bei starken Vergrößerungen unter dem Mikroskop hervorgeht. Es bilden sich die in den Lichtbildern 8 und 9, Taf. I dargestellten Ätzfiguren [1]). Unterhalb der Zone β bei γ war der Angriff schwächer, ungefähr so wie bei den Versuchen der Reihe III. Die eben beschriebene Erscheinung giebt die Erklärung für den wesentlich anderen Verlauf der Kurven b und c in den Versuchsreihen I und II gegenüber den entsprechenden Kurven in Reihe III. Stelle α ist überdeckt von der schwammigen Rostschicht, welche dort das Eisen etwas weniger in Berührung mit Wasser kommen läßt, als bei β und γ, daher der etwas geringere Angriff an dieser Stelle. Der auf α liegende Rostschwamm steht einerseits in Berührung mit der atmosphärischen Luft, andererseits mit den von Wasser benetzten Eisentheilchen bei β. Durch den porösen Rostbeschlag ist dem Luftsauerstoff ein bequemer Weg geboten, so daß an der Grenzlinie von α und β die beiden Hauptbedingungen für den Rostangriff des Eisens: Wasser und Sauerstoff auf das vollkommenste erfüllt sind. Daher der starke Angriff auf das Eisen an dieser Stelle, welcher mit der Entfernung von α allmählich abnimmt. Der Rostbeschlag des Eisens an der Wasserlinie wirkt also als kräftiger Sauerstoffüberträger [2]); die Bewegung des Sauerstoffs in ihm ist schneller als diejenige durch Diffusion im Wasser. Dieser das Verbindungsglied zwischen der Atmosphäre und dem unter Wasser befindlichen Theil des Plättchens bildende Rostbeschlag ist das wesentliche Unterscheidungsmerkmal bei den Erscheinungen in Versuchsreihe I und II gegenüber denen in Reihe III. Am vollkommensten muß die Wirkung im Falle c sein, wo der Rostschwamm ungestört während der ganzen Versuchsdauer einwirken kann. Geringer bei b, wo zwischen je zwei Wägungen dieser Sauerstoffüberträger entfernt wird. Immerhin bleibt auch noch bei der Versuchsausführung b in Reihe II ein erheblicher Unterschied gegen III insofern, als der noch im Wasser befindliche Rostschlamm beim Neueinsetzen des von Rost befreiten Plättchens aufgerührt wird; es bildet sich dabei stets eine braune Oberflächenhaut auf dem Wasserspiegel. Berührt das Plättchen, wie in Reihe II, die Wasseroberfläche, so wird es vermöge Adhäsion die Rosthaut festhalten, die nun in der oben beschriebenen Weise bis zur nächsten Wägung ihren Einfluß als Sauerstoffüberträger ausüben kann. Anders ist dies bei Versuchsreihe III, wo diese Oberflächenhaut mit der tiefer liegenden Plättchenoberkante nicht in Verbindung steht. Bei der Versuchsausführung a treten diese Einwirkungen der Oberflächenhaut nicht auf, weil zwischen je zwei

[1]) S. E. Heyn, „Mitt. d. Techn. Versuchsanst." Berlin 1898, S. 310.

[2]) Vgl. Spennrath, obengen. Stelle.

Wägungen das Plättchen nicht nur abgeputzt, sondern auch in frisches Versuchswasser eingestellt wird.

D. Aus Versuchsreihe IV ergiebt sich kein nennenswerther quantitativer Unterschied in der Einwirkung der beiden Versuchswässer: Leitungswasser der Versuchsanstalt und Wasser aus dem Warmwasserbehälter des Siechenhauses. Wohl aber geht aus den Lichtbildern 10 und 11 Taf. I ein qualitativer Unterschied im Angriff hervor, der jedenfalls durch die verschiedenartige chemische Beschaffenheit der beiden Wasserarten bedingt ist.

Die beiden Versuchsreihen I und II, welche scheinbar auch auf quantitative Unterschiede in der Wirkung beider Wässer auf das Eisen hindeuten, dürfen nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden, da sie zu verschiedenen Zeiten, also auch unter verschiedenen Umständen, namentlich bei verschiedenen Wärmegraden, angestellt sind. Nur die Ergebnisse der einzelnen Versuche jeder Versuchsreihe sind miteinander vergleichbar, da sie möglichst unter gleichen Verhältnissen und zu gleichen Zeiten erzielt worden sind.

Versuchsreihe VI.

(Versuch 82 bis 86.)

Einfluß der Gegenwart freier Kohlensäure im Wasser auf dessen Angriffsvermögen gegenüber Eisen.

Versuchswasser: Leitungswasser der Versuchsanstalt. S. Tabelle V.

Tabelle V.

Nummer des Versuchs	Nummer des eingehängten Plättchens	Bemerkungen über die Art der Versuchsausführung	Versuchsdauer in Tagen	Anfangsgewicht des Plättchens g	Endgewicht des Plättchens g	Gewichtsabnahme des Plättchens g
82	1	Versuchsanordnung wie bei Versuch 80. Gewöhnliches Leitungswasser	24	4,6388	4,5594	0,0794
83	8	Das Wasser wurde im Kohlensäurestrom ausgekocht, erkaltete in diesem, ohne in Berührung mit Luft zu gelangen, und wurde in eine weithalsige Glasflasche mit dem Probeplättchen eingefüllt. Während der Versuchsdauer wurde Kohlensäure über die Wasseroberfläche geleitet. Sonstige Anordnung wie bei Versuch 81 . . .	24	4,3542	4,2618	0,0924
84	5	Wie bei Versuch 83	24	5,0784	4,8929	0,1853
85	1	Das Wasser wurde im Kohlensäurestrom ausgekocht und erkaltete in diesem. Die Oberfläche des Wassers stand nach dem Einfüllen in die weithalsige Glasflasche mit dem Probeplättchen in Berührung mit Luft. Sonst wie bei Versuch 80 . . .	24	4,7414	4,7004	0,0410
86	6	Wie bei Versuch 85	24	3,9025	3,8304	0,0721

Bei Versuch 82 waren die während der Versuchsdauer beobachteten Rosterscheinungen wie bei Versuch 80.

Bei Versuch 83 zeigten sich auf dem Plättchen nach einigen Stunden schwarze Streifen, sonst blieb es blank. Die Streifen nahmen allmählich etwas an Ausdehnung zu, überdeckten aber die Probe nicht ganz. Der schwarze Beschlag ließ sich leicht entfernen. Die Flüssigkeit

blieb klar. Erst nach Beendigung des Versuchs wurde sie beim Stehen an der Luft von der Oberfläche her infolge Oxydation des gelösten Oxydulsalzes braun.

Bei Versuch 84 wurde das Plättchen bald schwarz, und zwar war die Bedeckung gleichmäßiger als bei Versuch 83. Am 7. Tage wurde die Flüssigkeit gelblich, und von da ab bildete sich allmählich ein schwacher brauner Niederschlag. Es scheint also etwas Luft zugetreten zu sein.

Bei Versuch 85 zeigte sich in den ersten Stunden noch keine Einwirkung. Später wurde das Plättchen an der unteren Seite dunkler; in der Mitte war es blank, oben begann es sich schon mit brauner Rostschicht zu überziehen. Die Flüssigkeit wurde gleichzeitig durch einen braunen Niederschlag getrübt. Die braune Schicht auf dem Plättchen nahm zu. Auf der Oberfläche des Wassers war eine ununterbrochene Oxydhaut, welche sich bis zu Ende des Versuches erhielt.

Bei Versuch 86 wurde das Plättchen sofort schwarz. Sonst waren die Erscheinungen ähnlich wie bei Versuch 85; nur die Oberflächenhaut auf der Wasseroberfläche war nicht zusammenhängend.

Die Wirkung der Kohlensäure bei Luftabschluß scheint eine rein lösende zu sein[1]). Es muß demnach auch die Menge des Lösungsmittels, also der Kohlensäure von Einfluß auf die Gewichtsabnahme der Eisenplättchen sein. Da diese Menge bei Versuch 83 und 84 nicht gleich gehalten werden konnte, ist auch der erhebliche Unterschied in den Gewichtsabnahmen erklärlich. — Bei den Versuchen 85 und 86 wird das Ergebniß, wie aus den Beobachtungen während der Versuchsdauer hervorging, erheblich beeinflußt durch nicht regelbare Nebenumstände. Die durch die Kohlensäure zunächst erzeugte Oxydullösung wird an der Oberfläche oxydirt und verbraucht dabei Sauerstoff. Es wird dadurch das Plättchen noch eine Zeit lang vor Zutritt von Sauerstoff geschützt. Erschütterungen und Bewegungen der Flüssigkeitssäule können natürlich die Schnelligkeit der Oxydation der Oxydullösung beeinflussen, so daß je nach Umständen früher oder später der Weiterangriff des Plättchens in der gewöhnlichen Weise durch Wasser- und Sauerstoff eintritt. Hieraus erklärt sich die Unregelmäßigkeit in der Gewichtsabnahme bei den Versuchen 85 und 86.

Versuchsreihe VII.

(Versuch 87 und 88.)

Versuch 87: In einer weithalsigen Glasflasche (S. Textfig. 10) a mit Leitungswasser aus der Leitung der Versuchsanstalt waren an Eisendrähten zwei Plättchen 1 B und 2 B (45 × 30 mm) von dem gleichen Martinflußeisen-Feinblech aufgehängt, aus welchem die Plättchen für die Versuche I bis VI hergestellt waren. Der durch einen starken Widerstand geschwächte Strom eines Meidingerelementes wurde in der durch Pfeile angedeuteten Richtung hindurchgeschickt, so daß also 1 B die positive, 2 B die negative Elektrode darstellte. Gasentwicklung war nur ganz im Anfang bemerkbar. Plättchen 1 B wurde zuerst angegriffen, Plättchen 2 B blieb Anfangs blank. In der Flüssigkeit bildete sich bald ein starker brauner Niederschlag, der auch Plättchen 2 B mit überdeckte. Die Versuchsdauer war 24 Tage.

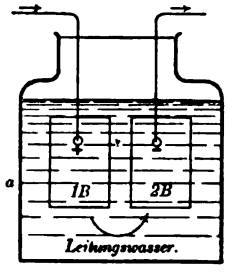


Fig. 10.

[1]) Spennrath, „Verh. z. Bef. Gew". 1895 S. 245.

	Anfangsgewicht der Plättchen	Endgewicht derselben.	Gewichtsabnahme.
	g	g	g
Plättchen 1 B:	5,5171	5,2298	0,2873
„ 2 B:	5,3594	5,3594	0,0000

Es folgt hieraus die bekannte Thatsache, daß durch die Einwirkung des galvanischen Stromes die negative Elektrode vor Angriff geschützt, der Angriff der positiven Elektrode dagegen erheblich verstärkt wird. Der Angriff ist gegenüber demjenigen ohne Zuhülfenahme des Stromes (s. Vers. 82) mehr als dreimal so stark. Aehnliches tritt ein, wenn z. B. in der in Textfig. 11 angedeuteten Weise Eisen in Berührung steht mit einem stärker negativen Metall, beispielsweise Kupfer. Das Eisen wird in diesem Falle stärker angegriffen, als ohne Berührung mit diesem Metall. Durch stärker positive Metalle jedoch, wie z. B. durch Zink, wird das Eisen vor Angriff geschützt.

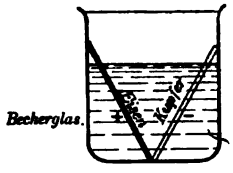


Fig. 11.

Versuch 88a. Aus einem $^1/_8$ zölligen Gasrohr aus Schweißeisen wurden die beiden Uförmig gebogenen Rohrstücke A und B hergestellt. (S. Textfig. 12.) Sie wurden von einander und von dem schwarz lackirten Weißblechgefäß d durch Holzstücke c isolirt. ee sind Klemmschrauben, ff waren Gummischläuche zur Zu- und Abführung von Wasser. In dem Gefäß d befand sich Wasser aus der Leitung der Versuchsanstalt. Durch Rohr A

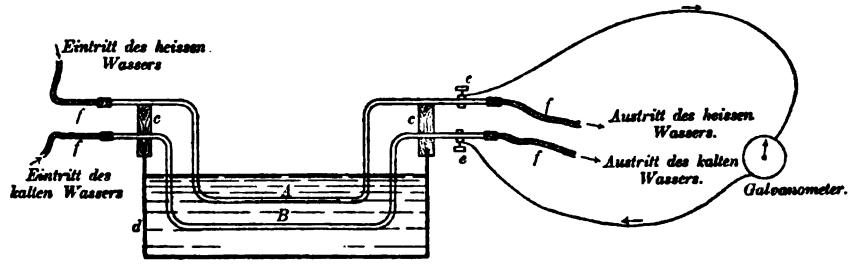


Fig. 12.

wurde in der gezeichneten Richtung heißes Wasser von 60—90 C° geführt, während Rohr B von kaltem Leitungswasser durchflossen wurde. Wurden die Klemmschrauben ee durch einen Kupferdraht leitend verbunden und in die Leitung ein Galvanometer eingeschaltet, so ergab sich ein elektrischer Strom in der durch Pfeile angedeuteten Richtung zu erkennen, welcher eine Spannung von etwa 16 Millivolt zeigte, aber sehr bald stark abnahm. Die Klemmschraube am warmen Rohr A war der positive, diejenige am kalten Rohr B der negative Pol. Es muß deswegen das Rohr A im Wasser negativ, das Rohr B positiv sein. Entsprechend dem Versuch 87 müßte demnach das Rohr B stärker vom Wasser angegriffen werden, als das Rohr A.

Versuch 88b. In Wirklichkeit jedoch war die Erscheinung eine durchaus entgegengesetzte. Nach sehr wenigen Minuten war die Oberfläche des Warmwasserrohres A übersät von kleinen Luftbläschen (s. Textfig. 13), während die Oberfläche des Kaltwasserrohres unverändert blieb. Das geringere Lösungsvermögen des Wassers gegen Luft bei höheren Wärmegraden erklärt dies. Die Luftbläschen vergrößerten sich immer mehr und sammelten sich infolge ihres Auftriebes auf der oberen Seite des Rohres A, s. Textfig. 14.

Dadurch sind die Grundbedingungen für einen kräftigen Angriff des Eisens: Wasser und Luft entsprechend den Versuchen Ic und IIc erfüllt; der Angriff des Wassers muß mithin auf der oberen Rohrseite von A erheblich stärker sein, als auf der unteren. Die Luftbläschen haben das Bestreben sich zu größeren Blasen zu vereinigen; daher erfolgt auch der Angriff auf der Oberseite von A nicht gleichmäßig, sondern an den Stellen größerer Blasenansammlungen stärker. Der Versuch wurde etwa 12 Wochen fortgesetzt, wobei täglich das Wasser aus dem Gefäß d abgehebert und durch neues so ersetzt wurde, daß ein Mitreißen von atmosphärischer Luft möglichst vermieden wurde, vielmehr nur die im Wasser wirklich gelöste Luftmenge zur Geltung kam. Die Klemmen e waren während der Versuchsdauer nicht leitend verbunden. Das Rohr A zeigte nach Ablauf der Versuchszeit ähnliche Warzenbildungen, wie das Heizwasserrohr des Siechenhauses, so daß der dort stattgehabte Vorgang nachgebildet ist. Abbildungen der Rohre A und B nach Beendigung des Versuchs sind in den Lichtbildern 12 und 13 Taf. I gegeben. Rohr B war in erheblich geringerem Maße angegriffen und zeigte keine Warzenbildung. Die Verhältnisse für den Angriff der oberen Seite von A nähern sich denjenigen der Versuche Ic, IIc, diejenigen für den Angriff von B entsprechen denen von Versuchsreihe III. An den Stellen der Warzen auf A erfolgte der Angriff des Wassers in Gegenwart von freiem Luftsauerstoff, wobei durch die Erhitzung des lufthaltigen Wassers und durch dessen Erneuerung für immer weitere Luftzufuhr gesorgt wurde. Rohr B wurde dagegen nur von Wasser, ohne Gegenwart erheblicher freier Sauerstoffmengen angegriffen.

Fig. 13.

Fig. 14.

4. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung.

Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

Prüfung gestrichener Aktendeckel.

Eine Papierfabrik theilte der Versuchsanstalt mit, daß sie einer Behörde einseitig gestrichene Normal-Aktendeckel 7b liefern solle. Sie war im Zweifel, wie das Streichen die Festigkeitseigenschaften beeinflussen würde und schickte zwei Deckelproben zur Prüfung ein. Jede Probe bestand aus zehn Bogen, von jedem Bogen war die eine Hälfte gestrichen, die andere im ursprünglichen Zustande. Das Streichen und Färben war nach Mittheilung der Fabrik in der Weise ausgeführt worden, daß die Deckel zunächst mit Lederleim vorgeleimt und dann mit Erdfarbe unter Zusatz von Bleifarben gestrichen wurden. Man konnte nun erwarten, daß einmal durch die Behandlung der Deckel mit Leim die Festigkeit um einen gewissen Prozentsatz erhöht werde, andererseits mußte die Reißlänge durch das vermehrte Gewicht der Deckel herabgedrückt werden. Ueber die Größe dieser Einflüsse sollte der Versuch Aufschluß geben.

Die gestrichenen und die nicht gestrichenen Theile der Deckel wurden auf Festigkeit geprüft, die erhaltenen Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Bezeichnung der Probe	Bruchbelastung in kg			Bruchdehnung in %			Reißlänge in m			Gewicht eines Quadratmeters
	Maschinenrichtung	Querrichtung	Mittel	Maschinenrichtung	Querrichtung	Mittel	Maschinenrichtung	Querrichtung	Mittel	
Aktendeckel A ungestrichen . .	12,03	8,49	10,26	2,0	5,0	3,5	4300	3050	3675	199
Aktendeckel A grün gestrichen .	12,91	8,60	10,76	2,4	4,8	3,6	3200	2200	2700	291
Aktendeckel B ungestrichen . .	10,26	7,80	9,03	2,0	4,5	3,3	4150	3150	3650	178
Aktendeckel B roth gestrichen .	10,66	7,62	9,14	2,5	5,4	4,0	3850	2750	3300	198

Die Versuche wurden mit Streifen von 180 mm Länge, 15 mm Breite bei einer Zimmerwärme von 18 C° und einer Luftfeuchtigkeit von 65 % ausgeführt.

Wie die Zusammenstellung zeigt, ist die Bruchlast und Dehnung der gestrichenen Deckel etwas größer als die der ungestrichenen, wohl in Folge der Vorbehandlung mit Leim; die Reißlänge hingegen hat in Folge der Gewichtszunahme der Deckel durch das Streichen abgenommen.

Da die Deckel durch das Streichen an Bruchlast und Dehnung nichts eingebüßt haben, ihre Verwendungsfähigkeit also nicht herabgemindert worden ist, so geht hieraus hervor, daß man die Reißlänge gestrichener Deckel nicht zur Gütebestimmung heranziehen darf.

Will man bei der Prüfung gestrichener Deckel annähernd zurück auf die Reißlänge des ungestrichenen Materials, so entfernt man nach dem Zerreißen der Streifen den Aufstrich durch vorsichtiges Pinseln mit heißem Wasser und bestimmt dann erst das Gewicht.

Bekanntmachung.

Auf Grund des § 3 der in Nr. 284 des „Deutschen Reichs- und Königlich Preußischen Staatsanzeigers" vom 2. Dezember 1891 veröffentlichten und am 1. Januar 1893 in Kraft getretenen

Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken

haben ferner die folgenden Fabriken ihr Wasserzeichen bei der unterzeichneten Anstalt angemeldet.

Laufende Nr.	Firma	Wortlaut des Wasserzeichens
83	Papierfabrik Gauting von Dr. Haerlin, Gauting bei München	Papierfabrik Gauting Normal . . . .
84	Carl Beckh Soehne in Faurndau b. Göppingen (Württ.)	Beckh Soehne Faurndau . . . . Normal . . . .

Charlottenburg, den 3. März 1900

Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt.

A. Martens.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.
Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVIII. Jahrgang. **1900.** Zweites Heft.

1. Bekanntmachung.

Der Versuchsanstalt sind kürzlich Papierproben mit dem Wasserzeichen „Normal 6“ zur Prüfung eingereicht worden. Dies giebt ihr Veranlassung, auf Folgendes hinzuweisen. Die

Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken

sehen nur für die Klassen 1 bis 4b Wasserzeichen vor, enthaltend die Firma des Fabrikanten und das Wort „Normal“ mit dem Zeichen der Verwendungsklasse. Diese Wasserzeichen enthalten gewissermaßen die Zusicherung, daß die für diese Papiere aufgestellten Bedingungen erfüllt sind; sie geben infolge der durch die amtlichen Prüfungen fortwährend geschaffenen Kontrole auch eine ziemlich weitgehende Gewähr dafür, daß das Publikum beim Kauf solcher Papiere gute Waare erhält.

Wenn jetzt das Wort „Normal“ auch für Papiere der Klasse 6 gebraucht wird, so ist darauf aufmerksam zu machen, daß dieses Zeichen nichtssagend ist, denn Papiere der Klasse 6 können beliebige Stoffzusammensetzung und Festigkeit haben. Obwohl daher das Zeichen „Normal 6“ in einem Papier vollständig bedeutungslos ist, kann es nichtsachverständige Kreise doch irreführen, indem es den Glauben erweckt, es handele sich um ein besseres, unter amtlicher Kontrole stehendes Papier; dem vorzubeugen, ist der Zweck der vorstehenden Bekanntmachung.

Charlottenburg, 9. April 1900.

Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt.
A. Martens.

---

2. Zur Frage des praktischen Werthes der sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Bereits im Jahrgang 1897 S. 229 der Mittheilungen aus den Königl. technischen Versuchsanstalten ist im Anschlusse an die Veröffentlichung der Cementuntersuchungen aus dem Betriebsjahre 1896/97 und an die Besprechung der beschleunigten Raumbeständigkeitsproben, der Darrprobe, Glühprobe und Kochprobe mit diesen Cementen mitgetheilt worden,

Tabelle 1. Eigenschaften von sechs zu größeren

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.				
Reihenzahl	Cement-Marke	Specifisches Gewicht des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers	Ein Liter Cement wog		Wasser im reinen Cement		Abbindeproben					Siebrückstände auf				
				eingelaufen	eingerüttelt	für syrupartige Beschaffenheit	für die Abbindeprobe	Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung	Wärme-Erhöhung beim Abbinden	Wärme der Luft	Wärme des Wassers	Luftfeuchtigkeit	5000	900	600	324	180
													Maschen für 1 qcm				
			%	kg	kg	%	%	Std.	C°	C°	C°	%	%	%	%	%	%
19	II_2	3,105	0,26	1,239	1,898	37,5	30,6	3 15 7 30	3,5	18	15	72	27,0	4,0	1,7	0,3	0,1
39	X_2	3,094	1,61	1,215	1,834	39	31	30 Min. 1 50	3	19,5	19	77	16,0	1,8	0,8	0,2	0,0
60[1])	W_2	3,003	2,35	1,155	1,874	33	26,2	12 Min. 22 „	4,3	18	17,5	71	16,0	0,5	0,0	—	—
103	Unbekannt	3,062	2,18	1,172	1,842	34	26	2 00 3 30	3	18	16	64	21,0	2,6	1,0	0,1	0,0
112	Unbekannt	3,104	1,42	1,305	2,062	33,5	27,1	2 00 7 00	3,1	16,2	16,8	68	16,0	0,8	0,3	0,0	—
115	Unbekannt	3,101	1,91	1,300	1,986	33	26,4	1 00 8 00	3,3	16	16	74	22,0	0,9	0,2	0,0	—

[1]) Die von der Militärbehörde zu verschiedenen Zeiten ausgeführten

								b.									
	1,15	—	29	—	5 40	—	—	—	—	—	3,0	—	—	—
	1,15	—	29	—	5 40	—	—	—	—	—	3,0	—	—	—
	1,15	—	29	—	6 00	—	—	—	—	—	3,0	—	—	—
	1,15	—	29	—	6 00	—	—	—	—	—	3,0	—	—	—

Bemerkungen: Die oberen mit liegenden Ziffern gedruckten Zahlen der Spalten 15 bis 21 beziehen sich auf reinen Cement

welche Ergebnisse die Umfrage über die Erfahrungen in der Praxis mit einigen durch die genannten Proben verdächtigten Cementen geliefert hat.

Nachdem diese Umfrage im Sommer 1899 erneuert ist, die Beobachtungen fortgesetzt und neue Cemente zur Beobachtung gestellt sind, muß auf die Angelegenheit noch einmal zurückgekommen werden. Von den zehn ursprünglich zur Beobachtung gestellten Cementen scheiden vier aus. Einer (Nr. 64) ist dem Handel übergeben und konnte nicht weiter beobachtet werden, drei wurden nur zu geringfügigen Arbeiten verwendet oder nach dem Ausfall der Versuche von der Verwendung ausgeschlossen.

Die durch die Prüfungen ermittelten Eigenschaften der sechs zu größeren öffentlichen Bauten verwendeten Portland-Cemente, welche nach den Ergebnissen der beschleunigten Raumbeständigkeitsproben scheinbar nicht raumbeständig waren, sind in Tab. 1. zusammengestellt.

Die Beobachtungen, welche im Laufe der Zeit an den in der Versuchsanstalt aufbewahrten Kuchen bei Wasser- und bei Luftlagerung gemacht wurden, enthält Tab. 2.

Hiernach haben die im Wasser liegenden Kuchen der Cemente 19, 60 und 112 nach mehr als Jahresfrist noch Risse erhalten, während die übrigen Kuchen nahezu unverändert geblieben sind. Diesen Beobachtungen sind die Erfahrungen der Praxis gegenüber zu stellen.

öffentlichen Bauten verwendeten Portland-Cementen.

15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							Raumbeständigkeitsprobe nach den Normen	Beschleunigte Raumbeständigkeitsproben			Prüfungs-Nummer
Wasser in den Mörtelproben %	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm				Darrprobe	Glühprobe	Kochprobe	
	σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. nach dem Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. nach dem Einschlagen G/J_m					
	7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage						
10	—	15,0	2,274	—	122,9	2,172	(2 Kuchen, Schwindrisse) bestanden	Warzenbildung, leicht zerbrechlich	leicht zerbrechlich	Netz- u. Kantenrisse stark gekrümmt	547
10	4,62	8,40	2,197	59,8	93,2	2,220	bestanden	Kanten- und Netzrisse	rissig	zerkocht	410
9	12,5	17,3	2,274	126,2	185,6	2,203	bestanden	stark rissig	stark netzrissig	zerkocht	595
11	—	14,4	2,245	—	83,6	2,099	bestanden	Warzenbildung	starke Risse	zerkocht	499
9,5	—	14,6	2,259	—	123,0	2,197					
17	*37,0*	*42,6*	*2,169*	*217,6*	*295,0*	*2,331*	bestanden	starke Warzenbildung, schwache Netzrisse	schwache Netzrisse	stark gekrümmt, Ober- und Unterfläche deutliche Netzrisse	598a
9	14,0	20,6	2,274	107,4	159,1	2,208					
9	19,9	25,0	2,274	151,0	217,7	2,206	bestanden	Netzrisse	schwache Netzrisse	Netzrisse	614b

Versuche mit dem Cement führten zu folgenden Ergebnissen.

—	13,0	—	—	—	—	—
—	13,0	13,3	—	—	163,9	—
—	13,5	—	—	—	—	—
—	13,5	14,8	—	—	164,2	—

Die Auskünfte, welche auf wiederholte Anfrage bei den Behörden von denen die Cemente s. Z. verwendet wurden, ertheilt worden sind, und die Bauwerke, in denen die Cemente Verwendung fanden, sind folgende:

Cement 19 diente zum Bau einer Feuerwache. Zu dem untersten Absatz der Fundamente von Oberkante Pfahlrost bis + 0,5 m über dem Pegel wurde er als Mörtel aus 1 Cement + 3 Sand verwendet. Das Mauerwerk kam unmittelbar nach der Ausführung unter Wasser zu liegen und liegt seitdem immer unter Wasser.

Auskunft vom 30. Juni 1897: Erscheinungen, die auf Mangel an Raumbeständigkeit zurückzuführen wären, sind nicht bemerkt worden, doch hatte der Mörtel ein halbes Jahr nach seiner Verwendung noch nicht die Festigkeit des verwendeten Hintermauerungssteines erlangt, sondern war von mürber Beschaffenheit und ließ sich mit dem Messer leicht schaben.

Auskunft vom 15. Februar 1900: Das in reinem Cementmörtel hergestellte Mauerwerk liegt unter dem Grundwasserspiegel und kann ohne Kosten nicht untersucht werden. An dem in Kalkmörtel unter Zusatz von Cement hergestellten Mauerwerk sind Risse oder Abblätterungen, welche auf Treiben des Cementes schließen lassen, nicht festzustellen.

Tabelle 2. **Ergebnisse mehrjähriger Beobachtung von Kuchenproben aus sechs verschiedenen Portland-Cementen.**

Reihenzahl des Cementes	19	39	60	103	112	115
Geprüft am:	7. Januar 1897	10. Juli 1896	3. März 1897	29. Okt. 1896	5. März 1897	30. März 1897
Normenprobe bestanden am:	4. Februar 1897	7. August 1896	31. März 1897	26. Nov. 1896	2. April 1897	27. April 1897
Zustand der Kuchen am 9. Februar 1898	Wasserprobe: Ausblähungen und Warzenbildungen. Luftprobe: Warzenbildungen.	Wasserprobe: Starke Ausblähungen auf der flachen Seite. Luftprobe: —	Wasserprobe: Schwache Ausblähungen und Warzenbildungen. Luftprobe: Starke Ausblähungen und Warzenbildungen.	Wasserprobe: fehlt. Luftprobe: Starke Warzenbildungen über die ganze flache Seite.	Wasserprobe: Warzenbildungen und schwache Ausblähungen. Luftprobe: Schwache Warzenbildungen.	Wasserprobe: Starke Ausblähungen u. Warzenbildungen. Luftprobe: Schwache Warzenbildungen.
Zustand der Kuchen am 6. Februar 1900	Wasserprobe: Ausblähungen und Warzenbildungen, einzelne Kantenrisse. Luftprobe: Warzenbildungen.	Wasserprobe: Starke sandartige Ausblähungen und Warzenbildungen.	Wasserprobe: Netz- u. Kantenrisse. Luftprobe: Starke Ausblähungen und Warzenbildungen.	Wie oben.	Wasserprobe: Netz- u. Kantenrisse. Luftprobe: Schwache Warzenbildungen.	Wie oben.

Cement 39 wurde von einem städtischen Hafenbauamt zur Herstellung von Beton und Bruchsteinmauerwerk verwendet. Beim Beton kam die Mischung 1 Cement + 3 Sand und 1 Cement + 1 Wasserkalk + 5 Sand zur Verwendung, beim Bruchsteinmauerwerk nur die letztere Mischung.

Auskunft vom 8. Juni 1897: Bei der Verarbeitung fand sich zunächst nichts an dem Cement auszusetzen; unter anderem zeigte er sich vollkommen raumbeständig, hingegen erwies sich bald seine Festigkeit als unzulänglich. Als die Versuche dies bestätigten, wurde der Cement von weiterer Verwendung ausgeschlossen.

Auskunft vom 20. Juni 1899: Der Cement ist u. a. zum Bau einer Quaimauer verwandt, welche sich bisher gut gehalten und keinerlei Veränderungen oder irgend welche auffälligen Erscheinungen gezeigt hat.

Cement 60 ist seitens einer Militärbehörde zu Widerlagern und Umfassungswänden als Kiesbeton 1 : 3 : 6 verwendet worden. Die Betonmauern haben 1 bis 3 m Stärke.

Auskunft vom 11. Juni 1897: Bisher haben sich Nachtheile nicht ergeben.

Auskunft vom 27. Juni 1899: Die mit dem Cement hergestellten Bauwerke haben weder Treibrisse noch sonstige auffällige Erscheinungen gezeigt.

Cement 103 ist von einer Eisenbahnbehörde zum Bau eines Hochwasserbehälters von 1500 cbm Inhalt verwendet worden. Die Grundmauer aus Bruchsteinen und das aufgehende Mauerwerk aus Ziegelsteinen wurden in verlängertem Cementmörtel, die abdeckenden Gewölbe in reinem Cementmörtel 1 : 3 ausgeführt. Die Sohle wurde aus einer 80 cm starken Betonschicht, Mischung 1 Thl. Cement, 2 Thl. Sand, $6^1/_2$ Thl. Dioritfeinschlag, und

darüber 2 Ziegelflachschichten und eine Ziegelrollschicht in Cementmörtel 1 : 3 nebst einem 2 cm starken Cementestrich 1 : 2 hergestellt. Die Seitenwände wurden mit einem Cementputz 1 : 2 in zwei Lagen von je 1 cm Stärke verputzt. Das Gebäude ist Mitte Juni 1897 fertig geworden. Die eine Kammer des Hochbehälters war von vornherein völlig dicht; bei der anderen zeigte sich anfangs eine geringe Undichtigkeit, die sich jedoch nach Erneuerung des Putzes an einer unteren Stelle der Vorderwand, an der einige feine Haarrisse auftraten, verlor, so daß im Oktober 1897 der ganze Behälter vollkommen dicht war.

Auskunft vom 7. Februar 1900: Der Wasser-Hochbehälter ist noch vollkommen dicht. Auch sind, so weit sich das bei dem stets mindestens halb gefüllten Behälter erkennen läßt, keinerlei Treiberscheinungen oder sonstiges auffälliges Verhalten an dem Cement bemerkt worden.

Cement 112 fand im Auslande in Mischung 1 Cement, 3 Sand, $^1/_2$ Fettkalk zu Pfeilerbauten einer großen Eisenbahnbrücke mit etwa 530 m Länge Verwendung, sowie für zwei Eisenbahnüberführungen mit je 20 m freier Oeffnung. Zu beiden Bauten waren 7410 cbm bezw. 2050 cbm Mauerwerk erforderlich.

Auskunft vom 14. Juni 1897. Der geprüfte Cement war eine Stichprobe von 9000 Faß, die sich gut verarbeiten ließen und nach 3 Monaten zu keinerlei Beanstandungen Veranlassung gaben.

Auskunft vom 13. Juli 1899: In den Bauwerken haben sich keine auffälligen Erscheinungen und Risse gezeigt. Aus den Cementfugen der Pfeiler-Ummantelung trat nach einiger Zeit eine weiße Flüssigkeit aus, die an der Luft einen weißen Niederschlag (im wesentlichen Kalk) hinterließ. (Vermuthlich war das in breiten Fugen hergestellte Innenmauerwerk der Pfeiler wasserdurchlässig, so daß das eindringende Tagewasser Kalk lösen und an den Außenfugen absetzen konnte).

Cement 115, russischen Ursprungs, wurde bei einem Fabrikbau in Rußland in Ziegelmauerwerk und namentlich zu Betondecken verwendet. Die Mischung aus 1 Cement, 2 feiner Sand, 4 Basaltsteinschlag ergab einen guten Beton, der auch in sorgfältig beobachteten Probestücken sehr befriedigend ausfiel und in 2 Monaten keine Raumveränderung zeigte.

Am 10. Juni 1897 wurden weitere Mittheilungen in Aussicht gestellt, falls die Beobachtung der Probestücke und des Bauwerkes Ergebnisse liefern sollten, die das ursprüngliche günstige Urtheil umzustoßen geeignet schienen. Derartige Mittheilungen sind indessen bis jetzt nicht eingetroffen.

Hiernach ist unter den sechs zu den verschiedensten Bauzwecken verwendeten und während zwei Jahren beobachteten Cementen nicht **einer**, der bis jetzt im Bauwerke wegen mangelnder Raumbeständigkeit oder auch sonst zu Beanstandungen Veranlassung gegeben hätte, obgleich alle diese Cemente in Bezug auf Raumbeständigkeit, beurtheilt nach Darrprobe, Glühprobe und Kochprobe zu den schwersten Bedenken Veranlassung gaben und obgleich auch die Kuchenproben an Luft und Wasser nach ein bis zwei Jahren auffällige Erscheinungen zeigten.

Nicht einmal der durch die sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben am meisten verdächtigte Cement Nr. 60, der bei der Darr- und Glühprobe stark netzrissig wurde, in der Kochprobe völlig zerkochte und dessen Kuchenprobe im Wasser nach zwei Jahren Netz- und Kantenrisse erlitt, hat in dem Bau, in welchem er zu sehr dicken Betonmauern

verwendet wurde, die geringsten auffälligen Erscheinungen gezeigt. Daß irgend welche inneren Zerstörungserscheinungen nach Ablauf von mehr als zwei Jahren noch auftreten werden, ist unwahrscheinlich, indessen werden die Bauten weiter beobachtet werden.

Um den Kreis der Beobachtungen zu erweitern, wurden am 9. Februar 1900 an Staats- und Kommunal-Behörden, deren seit April 1897 geprüfte Cemente sich nach den beschleunigten Proben als besonders schlecht erwiesen, Anfragen gerichtet, zu welchen Zwecken und in welcher Mischung diese Cemente verwendet und welche Erfahrungen etwa mit ihnen gemacht worden seien, insbesondere ob sie sich als durchaus raumbeständig erwiesen hätten.

Zwölf Behörden haben die Anfragen bereitwilligst beantwortet, wofür ihnen an dieser Stelle Dank ausgesprochen sei.

Es handelt sich um 35 Cemente aus 13 deutschen Cementfabriken, von denen 2 in Pommern, 2 in Schlesien, 3 in der Provinz Sachsen und Anhalt, 2 in der Mark Brandenburg, und je eine in Schleswig-Holstein, Rheinland, Hannover und Westpreußen gelegen sind.

Wie aus den Angaben weiter unten noch näher ersichtlich wird, sind somit fast alle typischen Rohmaterialien der deutschen Cementfabrikation und die verschiedensten Herstellungsweisen durch die Cemente vertreten.

Ihre Auswahl wurde außerdem so getroffen, daß sie Handelscemente darstellen, die direkt vom Bau oder aus der Lieferung durch Behörden eingesendet wurden, bei denen die Möglichkeit irgend welcher Beschönigung bei Einsendung der Proben oder Ertheilung der erbetenen Auskunft ausgeschlossen ist.

Es handelt sich um vier Militärbehörden, drei Eisenbahnbaubehörden, vier Stadtbauämter und eine Provinzial-Baubehörde.

Die Prüfungs-Ergebnisse der 35 Cemente sind in Tab. 3 u. 4 zusammengestellt. Sie haben sämmtlich die Normenprobe auf Raumbeständigkeit bestanden, die beschleunigten Proben aber größtentheils nicht.

Cement A aus Kreide der unteren Oder auf nassem Wege hergestellt. Geprüft im Mai 1897. Ziemlich schnell bindend. Nach Mahlung und Festigkeit normenmäßig. Darrprobe und Kochprobe nicht bestanden.

Nach Auskunft einer Königl. Fortifikation im Osten des Reiches ist der Cement zu Beton-Fundamenten (1 : 3 : 6), zu aufgehendem Ziegelmauerwerk (1 : 3), zu Putz und Fugen (1 : 2), zum Vergießen von Rissen auf Betonflächen (1 : 1) und zu Abgleichungen mit feinem Granitbeton (Haselnußgröße) 10 cm stark (1 : $2^1/_2$: 5) verwendet worden. Bei allen diesen Verwendungsarten hat sich der Cement als raumbeständig erwiesen und sind keine ungünstigen Erfahrungen mit ihm gemacht worden.

Cement B aus schlesischem Kalkstein auf trockenem Wege hergestellt. Geprüft im Mai 1897. Langsam bindend. Nach Mahlung und Festigkeit normenmäßig. Darrprobe und Kochprobe nicht bestanden.

Nach Auskunft einer anderen Fortifikation des Ostens wurde der im Frühjahr 1897 gelieferte Cement zum Bau eines bombensicheren Unterkunftsraumes aus Granitcementbeton im Mischungsverhältniß 1 : 3 : 6 verwendet. Der Cement hat bisher sowohl im Mauerwerk als auch im Putz den zu stellenden Anforderungen voll entsprochen. Insbesondere haben sich Risse, die auf eine nicht genügende Raumbeständigkeit schließen lassen könnten, nicht gezeigt.

Cemente C und D in einer anderen oberschlesischen Fabrik auf trockenem Wege hergestellt. Geprüft im Mai 1897. C schnell bindend, D langsam bindend, beide normenmäßig, Darr- und Kochprobe aber nicht bestanden, C auch in der Glühprobe rissig.

Nach Auskunft einer Militärbehörde in Schlesien wurden beide Cemente zur Herstellung eines Betonbaues verwendet, und zwar der schnell bindende (C) in der Mischung 1 : 3 : 6 zu einer Fundamentplatte und in der Mischung 3 : 3 : 6 (1 : 1 : 2) zu der Fundamentplatte und den Umfassungswänden einer Abortgrube, soweit letztere unter Wasser liegt. Der langsam bindende Cement (D) wurde zum aufgehenden Mauerwerk und den Gewölben im Mischungsverhältniß 1 : 3 : 6 verbraucht. Gegen die Raumbeständigkeit des Cementes waren keine Ausstellungen zu machen. Besondere (ungünstige) Erfahrungen liegen nicht vor.

Cement E in einer mitteldeutschen Fabrik auf trockenem Wege hergestellt. Geprüft im Oktober 1897. Ziemlich schnell bindend. Nach Mahlung und Festigkeit normenmäßig. Darrprobe und Kochprobe nicht bestanden.

Der Cement hatte nach Auskunft der antragstellenden Eisenbahnbaubehörde vom 18. Sept. 1897 bei früheren Lieferungen die Forderungen der Normen in Bezug auf Zugfestigkeit nicht erfüllt und wurde deshalb wiederholt zur Prüfung gestellt. Gemäß Auskunft derselben Behörde vom 13. Februar 1900 ist der Cement an die einzelnen Bahnmeistereien des ganzen Direktionsbezirkes vertheilt worden, so daß über dessen Bewährung allgemein nicht berichtet werden kann. Anscheinend ist indessen Nachtheiliges nicht bekannt geworden.

Cement F in Norddeutschland aus Wiesenkalk und Septarienthon auf nassem Wege hergestellt, geprüft auf Antrag des Magistrates einer kleinen Stadt im November 1897. Schnell bindend. Nach der Mahlung normenmäßig. Kochprobe nicht bestanden. Die Prüfung auf Zug und Druckfestigkeit erfolgte dem Antrage gemäß mit einem gleichzeitig eingeschickten Bausande in der Mischung 1 + 4 Raumtheile, wobei die Körper an der Luft erhärteten. Nebenher wurden im Interesse der Versuchsanstalt die Normenprüfungen auf Zug und Druckfestigkeit in der Mischung 1 Gew.-Th. Cement + 3 Gew.-Th. Normalsand ausgeführt. Die Zugfestigkeit genügte den Anforderungen der Normen, die Druckfestigkeit blieb beträchtlich dahinter zurück.

Nach Auskunft des Magistrates wurde der Cement bei einem Kasernenbau zu folgenden Arbeiten verwendet:

1. Fundament in Feldsteinmauerwerk im verlängerten Cementmörtel 1 : 1 : 4.
2. Betonunterlagen 15 cm stark für Riemenfußböden in Asphalt, Mischungsverhältniß 1 : 3 : 6.
3. Wandputz für Kochküchen und Badestuben in reinem Cementmörtel 1 : 3.
4. Wandputz für Fundamentmauerwerk der Keller in der Erde in verlängertem Cementmörtel 1 : 1 : 4.
5. Abdeckplatten für Schornsteine, Lichtschächte, Brüstungsmauern in Stampfbeton 1 : 3 : 6.

Der Cement hat sich in allen Fällen gut bewährt und sich als raumbeständig erwiesen.

Cement G aus Rügener Kreide auf nassem Wege hergestellt. (Vergl. auch Cement K und O.) Geprüft auf Antrag einer Eisenbahn-Baubehörde im November 1897. Sehr langsam bindend. Mahlung und Festigkeit normenmäßig. Druckfestigkeit ziemlich gering. Kochprobe nicht bestanden.

Tabelle 3. **Eigenschaften von zwölf zu größeren Bauten benutzten Portland-**

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.				
Cement bez:	Specifisches Gewicht des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog eingelaufen kg	Ein Liter Cement wog eingerüttelt kg	Wasser im reinen Cement für syrupartige Beschaffenheit %	Wasser im reinen Cement für die Abbindeprobe %	Abbindeproben: Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Abbindeproben: Wärme-Erhöhung beim Abbinden C.°	Abbindeproben: Wärme der Luft C.°	Abbindeproben: Wärme des Wassers C.°	Abbindeproben: Luftfeuchtigkeit %	Siebrückstände auf 5000 Maschen für 1 qcm %	auf 900 Maschen für 1 qcm %	auf 600 Maschen für 1 qcm %	auf 324 Maschen für 1 qcm %	auf 180 Maschen für 1 qcm %
A		1,13	1,258	2,060	33,5	26,7	30 Min. 1 10	2,7	16	16,8	75	26,0	2,0	0,6	0,1	0,0
B		1,62	1,222	1,914	35,0	28,0	5 00 9 32	1,2	16	16,8	75	26,0	2,0	1,1	0,8	0,3
C		1,19	1,276	2,078	33,0	25,4	4 Min. 7 Min.	9	15,8	15,8	82	24,0	1,5	0,6	0,4	0,1
D		1,27	1,276	1,949	33,0	25,8	2 30 8 0	2,3	15,7	15,5	84	24,0	2,0	0,6	0,2	0,0
E		3,26	1,250	2,001	31,0	24,1	50 Min. 1 10	5,8	15,8	16,0	97	29,0	3,0	0,8	0,3	0,0
F	3,134	1,55	1,233	1,970	33,0	27,0	7 Min 13 Min.	10,0	17,2	16,2	72	28,0	4,0	2,2	1,7	0,8
G	3,135	1,69	1,193	1,929	35,5	29,0	1 45 10 0	3,4	15,0	15,5	79	26,0	4,0	1,0	0,6	0,2
H	3,149	2,35	1,197	1,974	36,5	31,0	2 Min. 6 Min.	14,4	17,8	17,0	74	25,0	0,6	0,2	0,0	—
I	3,209	3,19	1,172	1,920	32,5	26,5	2 45 6 15	2,6	17,4	16,6	77	25,0	3,6	1,0	0,6	0,2
K	3,132	2,55	1,138	1,868	38,0	30,1	30 Min. 3 00	4,3	18,4	17,5	92	20,0	3,0	1,0	0,7	0,3
L	3,188	2,27	1,183	1,872	36,0	29,2	5 30 9 45	2,4	18,0	18,0	85	20,0	1,0	0,2	0,0	—
M	3,168	4,90	1,139	1,833	35,5	28,4	5 00 9 00	0,3	18,7	18,5	90	16,0	1,6	1,0	0,6	0,4

Bemerkungen: Die oberen mit liegenden Ziffern gedruckten Zahlen der Spalten 14 bis 20 beziehen

Nach Auskunft der Antragstellerin hat der Cement bei der Herstellung von Brücken und Durchlässen einer Eisenbahnstrecke in Norddeutschland Verwendung gefunden, und zwar in folgenden Mischungen:

1. Zum Fundamentmauerwerk sowie zum aufgehenden Mauerwerk bis 30 cm über den bekannten höchsten Wasserstand als verlängerter Cementmörtel 1 : 1 : 5,

Cementen, die in der Versuchsanstalt vom 1. April 1897 an geprüft wurden.

14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand										
Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm			Raumbeständigkeitsprobe nach den Normen	Beschleunigte Raumbeständigkeitsprobe		
	σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. nach dem Einschlagen G/Jm	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. nach dem Einschlagen G/Jm		Darrprobe	Glühprobe	Kochprobe
%	7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage					
9	14,0	18,3	2,274	103,3	180,0	2,200	bestanden	Netzrisse und viele Warzen	bestanden	Netzrisse und viele Warzen
9,5	16,4	20,6	2,245	101,2	168,3	2,200	bestanden	zahlreiche Warzen	bestanden	zahlreiche Warzen
10	13,4	19,2	2,274	109,5	199,5	2,200	bestanden	starke Warzenbildung	deutliche Risse	netzrissig und gekrümmt
9	15,1	19,4	2,259	112,9	191,2	2,197	bestanden	starke Warzenbildung	bestanden	netzrissig und gekrümmt
8,5	18,4	23,0	2,259	119,9	168,0	2,192	bestanden	zahlreiche Warzen	bestanden	netz- u. kantenrissig (grünliche Flecke)
1 Raumtheil Cement und 4 Raumtheile Bausand, an der Luft erhärtet.										
10	13,0	18,6	2,318	66,1	117,6	2,186	bestanden	vereinzelte warzenähnliche Gebilde	bestanden	netzrissig und stark gekrümmt
1 Gewichtstheil Cement und 4 Gewichtstheile Normalsand.										
	14,0	18,0		90,4	130,0					
9,5	16,3	19,0	2,274	112,7	162,2	2,189	bestanden	einzelne Warzen	bestanden	Netz- und Kantenrisse
22	*16,5*	*22,3*	*2,099*	*106,1*	*167,5*	*2,101*	bestanden	zahlreiche warzenähnliche Gebilde	eine Probe rissig	zu Brei zerkocht
11	10,4	16,7	2,303	62,0	97,4	2,217				
9	19,1	24,8	2,259	162,8	225,4	2,197	bestanden	deutliche warzenähnliche Gebilde	bestanden	Netzrisse, Warzenbildungen und einen Kantenriß
9,75	9,3	14,9	2,303	58,6	103,4	2,208	bestanden	starke Warzenbildung	bestanden	netzrissig
9,75	15,8	20,8	2,274	141,9	197,0	2,203	bestanden	Warzenbildung	bestanden	Warzenbildung ein schwacher Kantenriß
9,25	18,0	24,0	2,274	130,8	169,5	2,208	bestanden	Warzenbildung	bestanden	Warzenbildung

sich auf reinen Cement.

2. zum aufgehenden Mauerwerk oberhalb der unter 1. genannten Linie als verlängerter Cementmörtel 1 : 2 : 8,
3. zu den Brückengewölben wieder in 1 : 1 : 5,
4. zum Versetzen von Werksteinen und Deckplatten als reiner Cementmörtel 1 : 3,
5. zu den Ziegelflachschichten der Gewölbeabdeckung 1 : 2,5,
6. zur Abdeckung mittelst Cementputz, sowie zu Fugungsarbeiten 1 : 2.

Tabelle 4. Eigenschaften von vier zu einem Gasbehälter verarbeiteten

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.				
Cement	Specifisches Gewicht des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers	Ein Liter Cement wog		Wasser im reinen Cement		Abbindeproben					Siebrückstände auf				
			eingelaufen	eingerüttelt	für syrupartige Beschaffenheit	für die Abbindeprobe	Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung	Wärme-Erhöhung beim Abbinden	Wärme der Luft	Wärme des Wassers	Luftfeuchtigkeit	5000	900	600	324	180
												Maschen für 1 qcm				
bez.:		%	kg	kg	%	%	Std.	C°	C°	C°	%	%	%	%	%	%
N_1	3,181	2,42	1,190	1,933	34,5	28	45 Min. 9 00	3,5	17,0	16,3	85	21,0	0,9	0,3	0,0	—
N_2	3,202	1,52	1,212	1,974	34,0	28	5 30 9 30	2,5	16,2	16,2	88	17,4	0,7	0,3	0,0	—
N_3	3,179	1,21	1,249	2,019	33,5	27,0	5 00 9 30	2,0	16,9	16,8	90	22,0	1,3	0,3	0,1	0,0
N_4	3,162	1,16	1,232	1,965	34,0	28,0	1 30 9 00	3,2	17,2	17,5	74	20,0	1,0	0,4	0,2	0,0
N_5	3,172	1,59	1,295	2,037	31,5	25,4	6 00 9 00	2,3	17,0	16,5	95	27,0	2,5	1,0	0,4	0,2
N_6	3,185	1,80	1,219	1,938	33,5	27,3	1 20 4 00	3,0	21,5	21,0	90	20,0	1,2	0,4	0,2	0,0
N_7	3,187	1,42	1,269	1,953	33,5	27,7	2 30 6 30	3,2	21,5	21,2	89	20,0	0,7	0,3	0,0	—
N_8	3,175	1,10	1,268	2,040	34,0	27,5	5 00 11 00	2,5	17,5	17,0	90	24,0	1,1	0,3	0,1	0,0
N_9	3,169	1,63	1,283	2,028	32,5	25,8	5 45 9 00	2,5	16,6	15,8	72	26 0	1,4	0,4	0,2	0,2
N_{10}	3,156	1,52	1,233	1,987	33,5	27,0	5 00 10 00	2,8	16,8	16,6	86	22,0	1,6	0,6	0,4	0,2
N_{11}	3,172	1,24	1,259	2,033	33,5	27,4	5 30 9 00	1,5	17,0	16,2	90	23,0	1,0	0,3	0,1	0,0
N_{12}	3,207	1,52	1,258	2,025	33,5	26,5	6 15 11 00	2,4	16,5	16,0	90	22,0	1,6	0,4	0,2	0,0
N_{13}	3,182	1,42	1,336	2,066	32	25,2	6 30 10 30	2,5	17,5	17	86	30,0	2,4	1,3	0,8	0,5
N_{14}	3,173	1,86	1,207	1,981	34	28	3 30 9 30	3,0	17,5	16,8	90	22,0	1,3	0,4	0,2	0,0
N_{15}	3,182	1,40	1,298	2,053	32,5	26,5	6 30 10 30	2,3	18,5	17,7	90	24,5	3,2	1,7	1,1	0,6
N_{16}	3,197	2,84	1,270	2,016	32,5	26,5	4 00 8 00	1,8	19,6	19,0	86	24,0	2,0	0,7	0,3	0,0

Portland-Cementen, die in 23 Lieferungen geprüft wurden.

14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							Raumbeständigkeitsprobe nach den Normen	Beschleunigte Raumbeständigkeitsproben		
Wasser in den Mörtelproben	Zugproben f = 5 qcm			Druckproben f = 50 qcm						
	σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. nach dem Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. nach dem Einschlagen G/J_m		Darrprobe	Glühprobe	Kochprobe
%	7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage					
9,5	12,4	19,3	2,303	77,8	127,8	2,214	bestanden	Warzenbildung	bestanden	Theile der Oberfläche abgeplatzt
9,25	13,4	18,2	2,289	84,4	129,6	2,223	bestanden	starke Warzenbildung	bestanden	starke Warzenbildung, netzrissig, gekrümmt
9,0	14,9	20,0	2,259	88,1	140,9	2,194	bestanden	bestanden	bestanden	einzelne Warzenbildung
9,25	12,1	14,2	2,289	88,9	143,4	2,220	bestanden	starke Warzenbildung, schwache Netzrisse	bestanden	netzrissig
8,75	15,0	20,1	2,259	101,6	146,8	2,189	bestanden	Warzenbildung	bestanden	netzrissig
9,25	14,7	19,7	2,274	94,6	150,2	2,206	bestanden	Warzenbildung	bestanden	bestanden
9,25	15,5	21,4	2,259	112,5	156,1	2,214	bestanden	Warzenbildung	bestanden	Warzenbildung
9,25	15,5	19,9	2,274	105,0	157,3	2,200	bestanden	zahlreiche Warzenbildung	an der unteren Fläche Theile abgeplatzt	zahlreiche Warzen
9,00	10,3	18,0	2,274	99,0	158,6	2,217	bestanden	zahlreiche Warzen	bestanden	Warzenbildung und netzrissig
9,25	15,1	20,6	2,245	100,1	158,1	2,203	bestanden	untere Fläche voller Warzen	rissig	netzrissig, gekrümmt voller Warzen
9,25	16,2	22,6	2,259	100,4	165,6	2,203	bestanden	einzelne Warzen	bestanden	zahlreiche Warzen
9,25	16,8	23,4	2,289	106,7	165,9	2,206	bestanden	starke Warzenbildung	bestanden	schwache Netzrisse, starke Warzenbildung
8,75	16,6	20,6	2,259	119,1	167,0	2,189	bestanden	Warzenbildung	bestanden	netzrissig
9,25	15,7	21,8	2,289	116,7	168,1	2,206	bestanden	starke Warzenbildung	bestanden	starke Warzenbildung
9,0	16,6	21,2	2,274	128,0	173,6	2,200	bestanden	starke Warzenbildung	Theile der unteren Fläche abgeplatzt	netzrissig gekrümmt und morsch
9,25	17,5	24,4	2,274	151,0	209,2	2,203	bestanden	starke Warzenbildung	bestanden	starke Warzenbildung

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.				
Cement	Specifisches Gewicht des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers	Ein Liter Cement wog		Wasser im reinen Cement für syrupartige Beschaffenheit	Wasser im reinen Cement für die Abbindeprobe	Abbindeproben: Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung	Abbindeproben: Wärmeerhöhung beim Abbinden	Abbindeproben: Wärme der Luft	Abbindeproben: Wärme des Wassers	Abbindeproben: Luftfeuchtigkeit	Siebrückstände auf 5000 Maschen für 1 qcm	900	600	324	180
bez:		%	eingelaufen kg	eingerüttelt kg	%	%	Std.	C°	C°	C°	%	%	%	%	%	%
N_{17}	3,152	2,30	1,226	1,948	33,5	28,0	4 30 8 00	2,0	21,5	21,2	89	20,0	1,2	0,5	0,2	0,0
O_1	3,150	1,36	1,209	1,956	34,5	28,0	1 30 6 00	2,7	16,9	16,2	78,0	30,0	5,9	3,4	2,3	1,0
O_2	3,179	1,61	1,167	1,915	34,5	27,6	4 00 8 30	2,2	17,8	17,1	90	28,0	6,0	4,0	2,6	0,7
O_3	3,211	2,48	1,207	1,923	32,5	26,5	2 30 6 80	2,4	18,2	17,5	90	17,8	0,2	0,0	—	—
P_1	3,156	2,22	1,243	1,975	32,5	27,0	2 30 8 00	1,8	17,5	16,5	72	18,0	0,2	0,0	—	—
P_2	3,129	2,44	1,266	2,032	32,0	26,0	1 00 6 15	2,3	16,9	17	69	24,0	1,0	0,2	0,0	—
Q	3,172	1,67	1,193	1,941	34,0	29,0	3 Min. 9 Min.	10,5	19,5	19,2	71	14,0	0,3	0,0	—	—

Bei Gelegenheit der Prüfung einzelner Lieferungen auf Abbindezeit hat die Baubehörde auch Kuchen zur Prüfung der Raumbeständigkeit an der Luft beobachtet und weder bei diesen Versuchen noch an den Bauwerken Unvorschriftsmäßiges bemerkt. Der Cement hat sich gut bewährt.

Cement H in einer mitteldeutschen Fabrik aus Kalkstein auf trockenem Wege erzeugt. Geprüft auf Antrag des Stadtbauamtes im December 1897. Sehr schnell bindend. Mahlung normenmäßig (sehr fein). Zugfestigkeit den Normenanforderungen eben noch genügend, Druckfestigkeit aber nicht. Festigkeit des reinen Cementes gering. Darrprobe, Glühprobe, Kochprobe nicht bestanden.

Nach Auskunft des Stadtbauamtes ist der Cement zu den Fundamenten einer eisernen Bogenbrücke von 31,5 m Stützweite verwendet. (Straßenbrücke von 14 m Gesammtbreite mit Holzpflasterbelag.) Die Betonmischung der Fundamente änderte sich so, daß sie von den Grundsohlen nach den Auflagern des Ueberbaues zuerst aus 1 Raumth. Cement und $9^1/_2$ Raumth. Kies, dann aus 1 : 6 und zuletzt (an den Auflagern) aus 1 : $4^1/_2$ Raumtheilen bestand.

Die eisernen Bögen des Ueberbaues besitzen je drei Gelenke. Sie benöthigten nach statischen Untersuchungen die in Fig. 1 eingetragenen Abmessungen. Bei eintretender größter Brückenbelastung ist mit einer Zugbeanspruchung des Betons von $2^1/_2$ kg/qcm gerechnet.

Die Brücke dient bereits zwei Jahre dem öffentlichen Verkehr. Weder an dem eisernen Ueberbau noch an den Fundamenten haben sich bisher Mängel gezeigt. Insbesondere ist kein Treiben des Cementes und keine Zerstörung des Betons zu bemerken.

14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
1 Gewthl. Cement und 3 Gewthl. Normalsand							Raumbeständigkeitsprobe nach den Normen	Beschleunigte Raumbeständigkeitsproben.		
Wasser in den Mörtelproben	Zugproben $f = 5$ qcm			Druckproben $f = 50$ qcm				Darrprobe	Glühprobe	Kochprobe
	σ_{+B} kg/qcm		Raumgew. nach dem Einschlagen G/J_m	σ_{-B} kg/qcm		Raumgew. nach dem Einschlagen G/J_m				
%	7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage					
9,25	18,2	23,0	2,259	153,2	209,5	2,194	bestanden	Netz- und Treibrisse	bestanden	Netzrisse, gekrümmt und morsch
9,5	8,1	11,9	2,216	72,6	122,5	2,180	bestanden	netzrissig und morsch	Oberfläche zum Theil abgeplatzt und rissig	vollständig zerkocht
9,5	9,2	15,0	2,259	76,4	122,7	2,189	bestanden	netzrissig und morsch	rissig	vollständig zerkocht
9,0	17,9	24,0	2,289	125,1	182,4	2,214	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden
9,0	17,2	24,3	2,259	130,3	204,4	2,206	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden
9,0	14,0	17,2	2,289	144,6	205,0	2,217	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden
9,75	11,5	15,0	2,289	80,2	136,2	2,169	bestanden	bestanden	bestanden	bestanden

Cement I aus Holsteiner Kreide auf nassem Wege hergestellt. Geprüft auf Antrag der Baubehörde einer freien Stadt im Mai 1898. Langsam bindend. Nach Mahlung und Festigkeit (schon nach 7 Tagen) normenmäßig. Hohe Zug- und Druckfestigkeit. Darr- und Kochprobe nicht bestanden.

Der Cement wurde zum Bau der Einfassungsmauer eines Bahnhofes in folgenden Mischungsverhältnissen verwendet.

a) Beton. 1 Cement + 3 Sand + 5 Kies oder Steinbrocken.

b) Mauerwerk. Aufgehendes Mauerwerk und Gewölbe 1 : 3, Fugenanstrich 1 : 1, Fugenausguß bei Quadern 1 : 1, Rapp.-Putz (verlängerter Cementmörtel) 1 Cement + 5 Sand + 1 Kalk.

In allen diesen Verwendungsarten hat sich der Cement, auch in Bezug auf Raumbeständigkeit, gut bewährt.

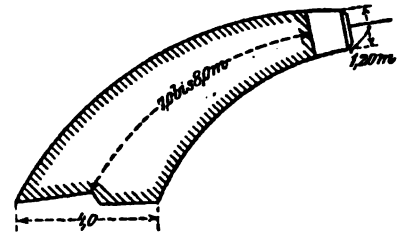


Fig. 1.

Cement K aus Rügener Kreide auf nassem Wege hergestellt (Vergl. auch Cement G u. O). Geprüft auf Antrag einer Eisenbahn-Baubehörde im Juni 1898. Ziemlich schnell bindend. Mahlung normenmäßig, Festigkeit nicht. Zug- und Druckfestigkeit sehr gering. Darr- und Kochprobe nicht bestanden.

Der geprüfte Cement wurde zu folgenden Zwecken verwendet:

1. Zur Herstellung eines Betonklotzes bestehend aus rund 400 cbm magerem Kiesbeton als Ersatz für einen 6 m hohen Eisenbahn-Dammtheil im Mischungsverhältniß 1 : 8 (Kies). Der Beton wurde nach Mischung auf einer Buhne in Lagen von 25 cm Höhe zwischen Bohlwände eingebracht und mit eisernem Stampfer sorgfältig festgestampft. Der freistehende Klotz bewährt sich als Dammtheil gut. Auswitterungen in den Außenflächen oder andere Mängel sind bisher nicht gefunden worden.
2. Zu Beton im Mischungsverhältniß 1 Cement + 3 Sand + 7 Granit-Kleinschlag als Füllung von gemauerten Senkbrunnen und Holzkästen für Fundirung von Brückenpfeilern. Der Beton, welcher zum größten Theil mit Trichtern unter Wasser lagenweise eingebracht worden ist, zeichnet sich durch vollkommene Härte aus und ist frei von jeglichen Mängeln.
3. Zu verlängertem Cementmörtel, für Herstellung von Fundamentmauerwerk, 1 Cement + 1 gelöschtem bezw. hydraulischem Kalk + 5 Sand. Der Mörtel hat sich als Bindemittel von bester Güte bewährt.

In allen Fällen hat sich der Cement als durchaus raumbeständig erwiesen.

Dieses Beispiel zeigt, daß auch mit Portland-Cement, der die Normenfestigkeit nicht erreicht, gute und haltbare Bauwerke errichtet werden können, sobald er nur im kalten Wasser raumbeständig ist. Das Drängen nach hohen Festigkeitszahlen ist somit zwecklos, wenn der Cement nicht in sehr mageren Mischungen verwendet werden soll. Hierauf wird weiter unten noch näher eingegangen.

Cement L von einer hannoverschen Fabrik auf trockenem Wege hergestellt. Geprüft im Juli 1898 auf Antrag einer Militärbehörde. Langsam bindend. Sehr fein gemahlen. Festigkeit normenmäßig. Darrprobe und Kochprobe nicht bestanden.

Der Cement wurde theils zu Beton-Mauerwerk von 3—7 m Stärke im Mischungsverhältniß 1 : 3 : 6 (Granitkleinschlag) theils zu Monierschalen an inneren Gewölbeleibungen im Mischungsverhältniß 1 : 2 : 7 (Kies) verwendet. Bei den Bauausführungen hat dieser Cement zu keinerlei Beanstandungen, auch nicht bezüglich der Raumbeständigkeit, Anlaß gegeben.

Dieselbe Cementmarke ist auch seither bei Militärfiskalischen Bauten und Versuchen ohne nachtheilige Beobachtungen in Gebrauch gewesen.

Cement M von einer westdeutschen Fabrik auf trockenem Wege hergestellt. Geprüft im September 1898 auf Antrag einer großen süddeutschen Cementbaufirma. Langsam bindend. Mahlung und Festigkeit normenmäßig. Darrprobe und Kochprobe nicht bestanden.

Die Baufirma hat mit dem Cement im Auftrage einer Landesbauinspektion Brückenbauten ausgeführt. Ueber deren Befund berichtete die Behörde folgendes:

> Der Cement scheint sich im allgemeinen gut bewährt zu haben. Abblätterungen sind mit Ausnahme der Abdeckplatten nicht vorgekommen, und an diesen auch nur dort, wo nachträglich durch die Arbeiter Cementmörtel aufgeschmiert worden ist. In einer Abdeckplatte ist eine Auftreibung bemerkt worden, die aber von einem unreinen Erdballen, der sich im Sand befunden hat, herzurühren schien. Risse sind an den vorspringenden Köpfen der Strompfeiler zu bemerken, sie sind aber ganz gering und augenscheinlich nur im Bewurf vorhanden.
>
> Am auffälligsten erschienen Risse zwischen der Oberkante der Bögen und der Unterkante der Abdeckplatten (zwischen a—b der Fig 2). Diese scheinen aber durch das Zusammentrocknen der Bögen entstanden zu sein. In den Scheiteln der Bögen

waren keine Risse zu finden. Möglich ist auch, daß die Strompfeiler sich etwas gesetzt haben und die starken Abdeckplatten in Folge der eigenen Spannung das Setzen nicht mitmachten. Die Rißchen sind mit einem Federmesser untersucht worden, welches nicht tiefer als höchstens $^1/_2$ cm eindrang.

Dieses Bauwerk wird weiter beobachtet und die Nachfrage gelegentlich wiederholt werden.

Am 20. Februar 1900 theilte ferner die Baufirma noch mit, daß der Cement noch zu einer zweiten Brücke (in 3 Joch, 34 m lang) benutzt worden ist und zwar unter Wasser und über Wasser. Der Beton wurde in der Mischung 1 : 8, die Decke in 1 : $1^1/_2$ gearbeitet. Mit der Verarbeitung ist die Firma in jeder Weise zufrieden gewesen.

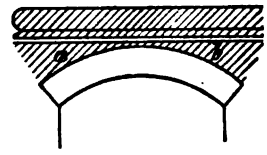


Fig. 2.

Die bei dem ersten Brückenbau beobachteten Risse dürften schwerlich treibenden Eigenschaften des Cementes zuzuschreiben sein. Dagegen spricht die Art der Risse und die Stellen, an denen sie auftraten. Aber selbst wenn diese Risse auf Treiben des Cementes zurückgeführt werden sollten, würde hierin kein Beweis für die Brauchbarkeit der Darr- und Kochprobe für Fälle wie der vorliegende, gefunden werden können, denn der Cement M hat weder bei der Darr- noch bei der Kochprobe Risse gezeigt, sondern nur die zuweilen auf ungenügende Aufbereitung hindeutenden charakteristischen Warzenbildungen ergeben, die keinesfalls Treiberscheinungen in dem gewöhnlichen Sinne der allgemeinen Raumvergrößerung des abgebundenen Cementes sind.

Die Cemente N, O, P, Q sind sämmtlich zum Bau einer städtischen Gasanstalt insbesondere für die Herstellung der Gasbehälter in Stampfbeton verwendet worden. Die einzelnen Proben gingen der Versuchsanstalt unter dem Siegel der Stadt direkt von der Baustelle aus zu, wo der Cement fortgesetzt verarbeitet wurde. Die Prüfungen währten vom Anfang Juli 1898 bis Anfang Februar 1899.

In Tab. 4 sind die Cemente nach der Druckfestigkeit steigend geordnet, nicht in der Reihenfolge angegeben, in welcher sie geprüft wurden.

Cement N wurde in 17 Lieferungen geprüft. Es ist ein aus Wiesenkalk in Mitteldeutschland auf nassem Wege hergestellter Cement, langsam bindend (4 – 11 Std.), mit normenmäßiger Mahlung (nicht sehr fein). Die Zugfestigkeit aller Proben bis auf eine war normenmäßig, die Druckfestigkeit von zehn Proben blieb unter den Normen. Die Darrprobe hat der Cement in den meisten Fällen, die Kochprobe immer nicht bestanden.

Cement O, aus derselben Fabrik wie die Cemente G und K, aus Rügener Kreide auf nassem Wege hergestellt, ist in drei Lieferungen geprüft worden. Er war langsam bindend (6—8 St.) und von normenmäßiger Mahlung. Eine Probe war besonders fein gemahlen. Die Zug- und Druckfestigkeit der letzteren sehr fein gemahlenen Probe, die auch die beschleunigten Raumbeständigkeitsproben bestand, genügte den Anforderungen der Normen, während die beiden anderen Proben weder die Darr- noch die Kochprobe bestanden und auch in Zug- und Druckfestigkeit hinter den Normen zurückblieben.

Cement P, aus Muschelkalk trocken hergestellt, wurde in 2 Lieferungen geprüft. Er war langsam bindend (6—8 St.), von normenmäßiger Mahlung, in einer Lieferung sehr fein. Zug- und Druckfestigkeit war normenmäßig und die beschleunigten Raumbeständigkeitsproben wurden bestanden.

Cement Q, ein mitteldeutscher auf trockenem Wege hergestellter Cement, gelangte nur in einer Probe zur Prüfung, die sich als schnell bindend erwies. Die Feinheit der Mahlung war normenmäßig, die Zug- und Druckfestigkeit dagegen nicht. Die beschleunigten Raumbeständigkeitsproben wurden bestanden.

Sämmtliche vier Cemente sind ausschließlich im Verhältniß 1 : 5 : 7 zu Stampfbetonzwecken verwendet worden und zwar wurden die einzelnen Marken unter einander bezw. gemischt verbraucht:

Nachtheiliges hat sich nicht ermitteln lassen.

Aus den vorstehenden Ausführungen ist zu entnehmen, daß zahlreiche Cemente verschiedensten Ursprungs und verschiedener Herstellungsweise, welche die sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsprüfungen ganz oder theilweise nicht bestanden, in Bauwerken mancherlei Art, in fetten und mageren Mischungen verwendet, während einer Beobachtungsdauer von 34 bis 18 Monaten, ihrem Zweck voll genügten ohne zu den geringsten Beanstandungen in Bezug auf Raumbeständigkeit zu führen.

Alle aufgeführten Beispiele sprechen also dafür, daß die Darr-, die Glüh- und die Kochprobe nicht geeignet sind, Cemente, welche diese Proben nicht bestehen, als unbrauchbar oder auch nur als minderwerthig für Bauzwecke zu charakterisiren. Hervorzuheben ist dabei allerdings, daß es sich in vorstehend geschilderten Fällen nur um Mörtel und Beton aus den fraglichen Cementen, nicht aber um aus ihnen hergestellte feine Cementwaaren handelt. Für die Beurtheilung von Cementen zu Zwecken der Kunststeinfabrikation können die beschleunigten Proben zweifellos werthvolle Fingerzeige geben.

Die mitgetheilten Ergebnisse und Erfahrungen beweisen auch, daß selbst Cemente, welche die vorgeschriebene Normenfestigkeit nicht erreichen, noch mit gutem Erfolge verbaut werden können, eine schon oft festgestellte Thatsache, die erneut darauf hinweist, wie eine bessere Ausnutzung besonders gut erhärtender Cemente erreicht werden kann, wenn man sie stärker magert, als andere weniger vollwerthige Marken.

Die Prüfung der Cemente sollte sich demnach nicht nur auf die Festigkeit der Mischung aus 1 Gew.-Th. Cement und 3 Gew.-Thl. Normalsand erstrecken, sondern sie sollte vor allen Dingen auch zu ermitteln suchen, mit wie vielen Theilen Sand ein Cement gemischt werden kann, um nach bestimmter Zeit eine bestimmte Festigkeit zu erreichen. Die auf solche Weise möglichst unter Verwendung des jeweils in Aussicht genommenen Bausandes bestimmte **Magerungsgrenze** würde ein weit besserer Werthmesser für die Verwendbarkeit der Portland-Cemente werden, als die Normenprüfung in ihrer jetzigen Form ist.

3. Normalpapiere.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

In Heft 5 der „Mittheilungen" 1899 wurden statistische Uebersichten über die im Jahre 1898 seitens der Behörden verlangten und die ihnen gelieferten Papiere gegeben.

Unter Hinweis auf die dort gemachten Angaben soll im Nachfolgenden das Ergebniß der Zusammenstellungen für das Jahr 1899 mitgetheilt werden.

Zusammenstellung der Eigenschaften der im Jahre 1899 im Auftrage von Behörden vollständig untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	1 Papier	= 0,1 %	Zusammen 109 Papiere = 14,6 %
B.	„ „ Stoffklasse	1 „	= 0,1 „	
C.	„ „ Festigkeitsklasse . . .	107 „	= 14,4 „	

II. Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . . 459 Papiere = 61,5 %

Zusammen 568 Papiere = 76,1 %

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoffklasse	11 Papiere	= 1,5 %	Zusammen 178 Papiere = 23,9 %
B.	„ „ Festigkeitsklasse . . .	161 „	= 21,6 „	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	6 „	= 0,8 „	

Im Ganzen sind also im Jahre 1899 im Auftrage von Behörden 746 Papiere untersucht worden, von denen, wie vorstehende Zusammenstellung ergiebt,

109 Papiere = 14,6 % besser geliefert wurden als verlangt
459 „ = 61,5 „ geliefert wurden wie verlangt und
178 „ = 23,9 „ schlechter geliefert wurden als verlangt.

Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 568 Papiere = 76,1 %.

Gegenüberstellung der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1889—1899 im Auftrage von Behörden vollständig untersuchten Papiere.

Lfde Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt			Schlechter geliefert als verl.			Insgesammt			Den Bedingungen	
			bezüglich der Stoff- u. Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoff- u. Festigkeitsklasse	besser geliefert als verlangt	geliefert wie verlangt	schlechter geliefert als verlangt	genügten	genügten nicht
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	1889	266	1,9	3,8	4,1	15,4	24,8	8,3	9,8	41,7	48,5	51,5	48,5
2	1890	453	1,7	6,0	9,5	17,0	19,0	7,1	17,2	39,7	43,1	56,9	43,1
3	1891	440	3,9	4,5	10,0	13,9	15,4	7,5	18,4	44,8	36,8	63,2	36,8
4	1892	359	0,8	4,5	13,9	5,6	19,8	3,0	19,2	52,4	28,4	71,6	28,4
5	1893	438	0,2	0,9	23,7	4,6	8,0	2,5	24,8	60,1	15,1	84,9	15,1
6	1894	436	—	0,2	17,6	3,7	7,6	0,7	17,8	70,2	12,0	88,0	12,0
7	1895	409	—	—	15,4	5,9	11,7	2,0	15,4	65,0	19,6	80,4	19,6
8	1896	729	0,3	0,1	12,5	2,6	15,1	1,5	12,9	67,9	19,2	80,8	19,2
9	1897	666	0,1	1,2	11,6	1,6	16,7	0,6	12,9	68,2	18,9	81,1	18,9
10	1898	622	0,2	—	11,4	2,3	19,1	1,1	11,6	65,9	22,5	77,5	22,5
11	1899	746	0,1	0,1	14,4	1,5	21,6	0,8	14,6	61,5	23,9	76,1	23,9

Das Verhältniß der vorschriftsmäßig gelieferten Papiere zu den nicht ausreichenden hat sich also im Jahre 1899 wieder verschlechtert.

Zusammenstellung der im Jahre 1899 bei Behördenlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
						A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.					
1	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	1
2	2b	I	3	I	5	—	—	—	—	3 „ 5	3
3	4b	III	4	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	3
4	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	4
5	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	4
6	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	4
7	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	4
8	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	4
9	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
10	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
11	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
12	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
13	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
14	2a	I	2	I	3	—	—	—	—	5 „ 6	6
15	2a	I	2	I	3	—	—	—	—	5 „ 6	6
16	2a	I	2	I	3	—	—	—	—	5 „ 6	6
17	2a	I	2	I	3	—	—	—	—	5 „ 6	6
18	2a	I	2	I	3	—	—	—	—	5 „ 6	6
19	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
20	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
21	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
22	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
23	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
24	2b	I	3	I	4	—	—	250	—	4 „ 5	6
25	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
26	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
27	2b	I	3	I	5	—	—	—	—	3 „ 5	6
28	2b	I	3	I	4	—	—	25	—	4 „ 5	6
29	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
30	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
31	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
32	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
33	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
34	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
35	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
36	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
37	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
38	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
39	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
40	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	6
41	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
42	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
43	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
44	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
45	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
46	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	6
47	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
48	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
49	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
50	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 statt 5	6
51	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	6
52	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	6
53	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,1	3 „ 4	8
54	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	9
55	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	9
56	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	9
57	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	9
58	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	12
59	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	12
60	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	12
61	2a	I	2	I	3	—	—	125	—	—	12
62	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	13
63	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	13
64	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,1	—	14
65	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	14
66	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	14
67	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
68	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	14
69	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	14
70	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	14
71	4a	III	*	III	6	—	—	—	0,1	2 „ 4	14
72	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	14
73	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	14
74	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	16
75	2b	I	3	I	5	—	—	—	0,5	3 „ 5	17
76	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,1	—	17
77	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	17
78	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,1	3 „ 4	17
79	3a	II	3	II	4	—	—	125	0,1	4 „ 5	18
80	3a	II	3	II	5	—	—	200	—	3 „ 5	18
81	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	18
82	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	21
83	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	23
84	3a	II	3	II	5	—	—	150	—	3 „ 5	26
85	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	26
86	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	26
87	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	27
88	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	27
89	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	27
90	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	27
91	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	29
92	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	33
93	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,3	3 „ 4	33
94	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	35
95	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	37
96	3a	II	3	II	5	—	—	—	0,3	3 „ 5	39
97	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	39
98	4a	III	*	III	5	—	—	25	0,3	3 „ 4	39
99	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	41
100	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
101	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
102	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
103	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
104	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	41

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
105	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	41
106	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
107	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
108	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
109	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
110	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
111	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
112	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	42
113	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
114	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
115	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	42
116	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	43
117	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	43
118	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	43
119	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	43
120	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,1	4 „ 5	43
121	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
122	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
123	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	44
124	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	44
125	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	44
126	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	44
127	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
128	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
129	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
130	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
131	1	I	1	I	2	—	—	875	—	—	48
132	2a	I	2	I	3	—	—	300	—	—	50
133	3a	II	3	II	4	—	—	100	—	4 statt 5	50
134	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	50
135	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	50
136	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	50
137	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	50
138	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	50
139	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,3	—	54
140	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	59
141	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
142	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
143	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	61
144	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
145	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
146	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,2	3 „ 4	61
147	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
148	4b	III	4	III	5	—	—	—	0,3	3 „ 4	61
149	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
150	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	65
151	—	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
152	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
153	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
154	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,1	2 „ 3	†
155	8b	III	4	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	†
156	—	III	5	II	6	—	—	350	—	—	†
157	—	II	3	II	6	—	—	2350	0,6	2 statt 5	†

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 ‰ Widerstand gegen Zerknittern = 4.

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften: verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
158	8a	I	4	I	5	—	—	—	—	3 statt 4	†
159	—	I	4	I	5	—	—	300	0,1	3 „ 4	†
160	—	II	4	II	6	—	—	—	0,1	2 „ 4	†
161	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
						B. Bezüglich der Stoffklasse.					
1	2b	I	3	II	3	Etwa 5 % Holzcellulose.	—	—	—	—	6
2	3b	II	4	III	4	„ 35 % Holz- und Strohcellulose.	—	—	—	—	26
3	3a	II	3	III	3	„ 35 % Holzcellulose.	—	—	—	—	31
4	2b	I	3	I	3	Theilweise nicht leimfest.	—	—	—	—	41
5	3a	II	3	III	3	Etwa 35 % Holz- und Strohcellulose.	—	—	—	—	41
6	3b	II	4	III	4	„ 35 % „ „ „	—	—	—	—	43
7	3b	II	4	III	4	—	2,0	—	—	—	49
8	4b	III	4	IV	4	—	3,0	—	—	—	49
9	3a	II	3	III	3	Etwa 35 % Holzcellulose.	—	—	—	—	61
10	3b	II	4	III	4	„ 35 % „	0,8	—	—	—	61
11	5b	III	5	IV	5	Enthält Holzschliff.	—	—	—	—	†
						C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse.					
1	3a	II	3	III	6	—	1,4	450	0,4	1 statt 5	13
2	3a	II	3	III	6	—	3,0	275	0,2	2 „ 5	13
3	3a	II	3	III	4	Etwa 35 % Holz- und Strohcellulose.	—	—	—	4 „ 5	41
4	3a	II	3	III	4	„ 35 % Holzcellulose.	—	—	0,1	4 „ 5	41
5	3b	II	4	III	6	„ 35 % Holz- und Strohcellulose.	—	—	—	2 „ 4	43
6	4b	III	4	IV	5		1,0	—	—	3 „ 4	49

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich also theilweise um eine zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 25 m, Maximum 2350 m), theils um eine zu geringe Dehnung (Minimum 0,1 %, Maximum 0,6 %), und vorzugsweise um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum 1 Stufe, Maximum 4 Stufen). In 17 Fällen ist gegen zwei dieser drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen, in 6 Fällen gegen alle drei.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich theils um einen zu hohen Aschengehalt (Minimum der Ueberschreitung 0,8 %, Maximum 3,0 %), theils um einen zu hohen Gehalt an Cellulose bei den Papieren der Stoffklasse II (Ueberschreitung durchweg etwa 10 %), theils um das Vorhandensein von Fasern, welche für die betreffende Klasse ausgeschlossen sind (vergl. B 1 und 11). Ein Papier war theilweise nicht leimfest.

Die Art der Verstöße ist im Allgemeinen, abgesehen von den Fällen, in denen der Widerstand gegen Zerknittern um zwei und mehr Stufen zu gering ausgefallen ist, sowie abgesehen von den unter B einzeln aufgeführten Fällen B 1 und 11, welche wohl besonderen Umständen ihr Vorkommen verdanken, als nicht besonders schwerwiegend anzusehen.

Bedauerlich bleibt es allerdings, daß immer wieder Fälle vorkommen wie z. B. die unter A 157, C 1 u. 2 aufgeführten, in denen der Widerstand gegen Zerknittern um drei und vier Stufen hinter dem verlangten Grad zurückbleibt. Schon im vergangenen Jahr wurde darauf hingewiesen, daß solche Verstöße nicht erst in der Versuchsanstalt festgestellt werden sollten. Wer nur einigermaßen mit der Papierprüfung vertraut ist, hätte sich leicht davon überzeugen können, daß z. B. das unter C 1 aufgeführte 3 a im Widerstand gegen Zerknittern bei Weitem nicht ausreicht; solche Fertigungen sollten die Fabrik überhaupt nicht verlassen; sie liefern den Beweis dafür, daß an manchen Stellen auf die Prüfung der Waare vor ihrem Abgang nicht diejenige Sorgfalt verwendet wird, die der Käufer zu verlangen berechtigt ist.

In häufig wiederholten Fällen sind an Verstößen gegen die gewährleisteten Eigenschaften, soweit es sich um Wasserzeichenpapiere handelt, die Firmen 6, 14 und 41 betheiligt, auf welche 66 der 178 nicht genügenden Papiere entfallen.

Es rühren her

40	nicht	genügende	Papiere	von	der	Firma	6
10	„	„	„	„	„	„	14
16	„	„	„	„	„	„	41

Die Firmen 14 und 41 sind an dieser Stelle alte Bekannte; die Firma 6 erscheint hier zum ersten Mal und zwar, wie gleich bemerkt sein mag, infolge besonderer Umstände. Der Procentsatz der genügenden Papiere der Firma 6 in früheren Jahren ist aus nachstehender Zusammenstellung zu ersehen.

Uebersicht über die Papiere der Firma 6.

Jahr:	Anzahl der geprüften Papiere:	Es genügten:
1893	35	97 %
1894	33	100 „
1895	32	91 „
1896	59	92 „
1897	67	84 „
1898	52	90 „
1899	95	58 „

Die zahlreichen Beanstandungen im Jahre 1899 mußten vorzugsweise wegen zu geringen Widerstandes gegen Zerknittern erfolgen, und da hier ein Fall vorliegt, in dem die Ursache dieser Erscheinung aufgeklärt worden ist, so dürfte es die Fachkreise interessiren, näheres zu erfahren und zwar aus den Mittheilungen der Fabrik selbst. Diese richtete im September v. J. das nachfolgende Schreiben an die Versuchsanstalt.

„In letzter Zeit sind mir von der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt häufig „Benachrichtigungen" über den Befund meiner Normalpapiere zugegangen, mit dem Vermerk „genügt nicht" und zwar immer nur auf Grund des Widerstandes gegen Zerknittern.

Dieses berührt mich außerordentlich schmerzlich, zumal es früher selten vorkam, daß meine Normalpapiere den amtlichen Anforderungen nicht genügten. Ich habe deswegen auch schon alles aufgeboten, um dem Uebelstand auf die Spur zu kommen und bin schließlich zu der Ueberzeugung gelangt, daß derselbe an meinen neu angeschafften Holländern zu

ſuchen iſt. Dieſe mahlen etwas zu ſcharf und erzeugen daher zuweilen einen für Normalpapiere nicht beſonders geeigneten Stoff, ſelbſt wenn ich die beſten und feſteſten Materialien, wie ich dies in letzter Zeit, ohne Rückſicht auf einen Verdienſt, zu thun gezwungen war, dazu verwende. Natürlich bin ich dabei, die Holländer ſo umändern zu laſſen, daß ſie einen ſtets zuverläſſig guten Stoff liefern werden und hoffe ich dann zuverſichtlich, daß meine Normalpapiere den vorgeſchriebenen Eigenſchaften in allen Theilen wieder voll entſprechen werden."

Das zweite Ende November v. J. eingegangene Schreiben der Fabrik lautet:

„Ich empfing heute von der Königlichen mechaniſch-techniſchen Verſuchsanſtalt das Prüfungszeugniß über die am 15. cr. eingeſandten vier Papierſorten und habe ich zu meiner großen Freude und Beruhigung aus dieſem Prüfungszeugniß vom 18. cr. erſehen, daß ſämmtliche vier Sorten im Widerſtand gegen Zerknittern den betr. Vorſchriften entſprechen.

Dieſe unterſuchten 4 Papierſorten ſind mit den umgeänderten Holländern gearbeitet, und bin ich nun überzeugt, daß meine Normalpapiere für die Folge wieder im Widerſtand gegen Zerknittern voll auskommen werden, was doch in letzter Zeit bei meinen Papieren leider nicht immer der Fall war."

Das Verhältniß der genügenden zu den nicht genügenden Privatlieferungen hat ſich, ſoweit der Verſuchsanſtalt die der Lieferung zu Grunde gelegten Bedingungen bekannt geworden ſind, im Jahre 1899 erheblich gebeſſert.

Zuſammenſtellung der Eigenſchaften der im Jahre 1899 im Auftrage von Privaten vollſtändig unterſuchten Papiere.

I. Papiere, welche beſſer geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoff- und Feſtigkeitsklaſſe	0 Papiere	= 0 %	Zuſammen 12 Papiere = 11,8 %
B.	„ „ Stoffklaſſe	0 „	= 0 „	
C.	„ „ Feſtigkeitsklaſſe . . .	12 „	= 11,8 „	

II. Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . . 68 Papiere = 66,6 %

Zuſammen 80 Papiere = 78,4 %

III. Papiere, welche ſchlechter geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoffklaſſe	2 Papiere	= 2,0 %	Zuſammen 22 Papiere = 21,6 %
B.	„ „ Feſtigkeitsklaſſe	20 „	= 19,6 „	
C.	„ „ Stoff- und Feſtigkeitsklaſſe	0 „	= 0 „	

Im Ganzen ſind alſo im Jahre 1899 im Auftrage von Privaten 102 Papiere vollſtändig unterſucht worden, von denen Lieferungsbedingungen bekannt waren; von dieſen wurden

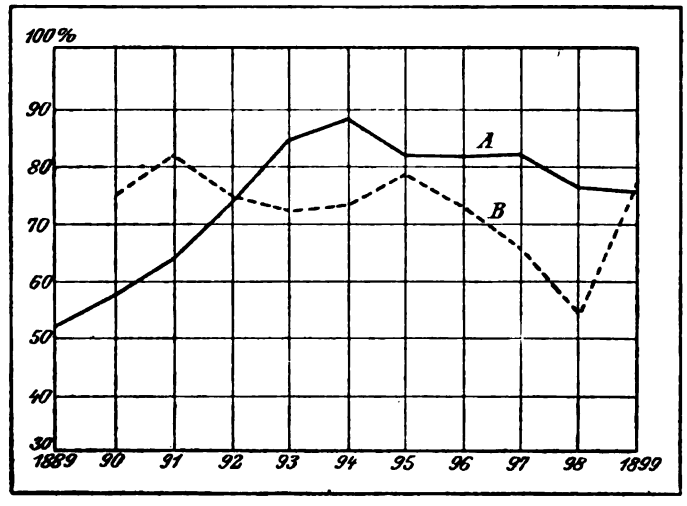
12 Papiere = 11,8 % beſſer geliefert als verlangt,
68 „ = 66,6 „ geliefert wie verlangt,
22 „ = 21,6 „ ſchlechter geliefert als verlangt.

Den vorgeſchriebenen Lieferungsbedingungen entſprachen alſo 80 Papiere = 78,4 %.

Stellt man die Ergebniſſe aus den Jahren 1890—1899 gegenüber, ſo ergiebt ſich folgende Ueberſicht.

Gegenüberstellung
der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1890—1899 im Auftrage von Privatleuten untersuchten Papiere.

Lfd. Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt			Geliefert wie verlangt	Schlechter geliefert als verlangt			Den Bedingungen	
			bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse		bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	genügten	genügten nicht
			%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	1890	66	—	1,5	19,7	53,0	7,6	16,7	1,5	74,2	25,8
2	1891	96	1,0	1,0	22,9	56,3	2,1	15,6	1,0	81,3	18,7
3	1892	236	0,8	3,4	14,4	55,5	5,1	17,8	3,0	74,1	25,9
4	1893	146	—	—	23,3	48,6	4,1	22,6	1,4	71,9	28,1
5	1894	81	—	—	9,9	63,0	1,2	25,9	—	72,9	27,1
6	1895	65	—	—	23,1	55,4	9,2	12,3	—	78,5	21,5
7	1896	73	—	—	13,7	58,9	8,2	17,8	1,4	72,6	27,4
8	1897	110	—	—	6,4	59,1	1,8	30,9	1,8	65,5	34,5
9	1898	73	—	—	1,4	53,4	1,4	35,6	8,2	54,8	45,2
10	1899	102	—	—	11,8	66,6	2,0	19,6	—	78,4	21,6



Erfüllung der Lieferungsbedingungen für Normalpapiere in den Jahren 1889—1899.

A Behördenlieferungen. B Privatlieferungen.

Die vorstehenden Schaulinien geben ein übersichtliches Gesammtbild über das Gesagte.

Die Art der Verstöße ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Zusammenstellung der im Jahre 1899 bei Privatlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	Eigenschaften verlangte Festigkeitsklasse	Eigenschaften vorhandene Stoffklasse	Eigenschaften vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
						A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.					
1	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 statt 4	5
2	2b	I	3	I	4	—	—	—	0,1	4 „ 5	17
3	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	27
4	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	27
5	1	I	1	I	2	—	—	725	—	—	48
6	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 statt 4	59
7	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
8	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
9	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	62
10	4a	III	*	III	6	—	—	200	0,2	2 „ 4	65
11	4a	III	*	III	5	—	—	—	0,1	3 „ 4	65
12	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	65
13	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	65
14	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	65
15	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
16	8a	I	4	I	6	—	—	—	—	2 „ 4	†
17	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
18	8a	I	4	I	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
19	—	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
20	8a	I	4	I	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
						B. Bezüglich der Stoffklasse.					
1	7b	III	2500 / 2,5	IV	3775 / 4,3	enthält verholzte Jute	—	—	—	—	†
2	8b	III	4	IV	4	—	0,9	—	—	—	†

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.
† Papiere ohne Wasserzeichen.

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich theils um eine zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 200 m, Maximum 725 m), theils um eine zu geringe Dehnung (Minimum 0,1 %, Maximum 0,2 %), theils um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum 1 Stufe, Maximum 2 Stufen). In zwei Fällen ist gegen zwei dieser drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen, in einem Falle gegen alle drei.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich in einem Falle um einen zu hohen Aschengehalt und in dem zweiten um das Vorkommen verholzter Jute bei einem Papier der Stoffklasse III. Verstöße gegen Stoff- und Festigkeitsklasse gleichzeitig sind nicht vorgekommen.

Hinsichtlich der mit einem vorschriftmäßigen Wasserzeichen versehenen Papiere ist noch Folgendes zu bemerken.

Im Jahre 1899 wurden 1007 Wasserzeichenpapiere untersucht und zwar 806 auf alle für Normalpapiere vorgeschriebenen Eigenschaften und 201, bei denen nur einzelne Eigenschaften ermittelt wurden. Die mit den ersterwähnten 806 Papieren gemachten Erfahrungen sind nachstehend zusammengestellt.

Zusammenstellung
der Eigenschaften der im Jahre 1899 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere.

I. Papiere, bei welchen bessere Eigenschaften erreicht wurden als das Wasserzeichen gewährleistete.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	1 Papier = 0,1 %	Zusammen 119 Papiere = 14,8 %
B.	„ „ Stoffklasse	1 „ = 0,1 „	
C.	„ „ Festigkeitsklasse	117 Papiere = 14,6 „	

II. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften vorhanden waren . . 507 Papiere = 62,9 %

Zusammen 626 Papiere = 77,7 %

III. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften nicht vorhanden waren.

A.	Bezüglich der Festigkeitsklasse . . .	164 Papiere = 20,4 %	Zusammen 180 Papiere = 22,3 %
B.	„ „ Stoffklasse	10 „ = 1,2 „	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	6 „ = 0,7 „	

Im Ganzen genügten also im Jahre 1899 626 Papiere = 77,7 % den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften. Unter diesen 626 Papieren befanden sich 59 = 7 %, welche dem Wasserzeichen nur mit Rücksicht auf § 4 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" entsprachen; nach diesem Paragraphen dürfen bekanntlich die mit einem vorschriftsmäßigen Wasserzeichen versehenen Papiere in ihrer Reißlänge und Dehnung um höchstens 10 % nach unten hin von den verlangten Werthen abweichen.

Von den oben erwähnten 201 Papieren, bei denen nur einzelne Eigenschaften festzustellen waren, wurden:

1. 2 Papiere auf Aschengehalt, Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern,
2. 21 „ „ Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern,
3. 9 „ „ Reißlänge und Dehnung,
4. 169 „ „ Widerstand gegen Zerknittern geprüft.

Von den Papieren zu 1 genügten 0 und 2 genügten nicht.
„ „ „ „ 2 „ 18 „ 3 „ „
„ „ „ „ 3 „ 9 „ 0 „ „
„ „ „ „ 4 „ 157 „ 12 „ „

Vergleicht man die in den Jahren 1891—1899 bei der vollständigen Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen, so ergiebt sich folgende Uebersicht.

Ueberſicht über die in den Jahren 1892—1899 bei der vollſtändigen Unterſuchung von Waſſerzeichenpapieren gemachten Erfahrungen.

Jahr	Anzahl der Papiere	Beſſer als im Waſſerzeichen gewährleiſtet %	Wie im Waſſerzeichen gewährleiſtet %	Schlechter als im Waſſerzeichen gewährleiſtet %	Dem Waſſerzeichen entſprachen %	Dem Waſſerzeichen entſprachen nicht %
1892	187	19,8	67,4	12,8	87,2	12,8
1893	497	23,9	61,0	15,1	84,9	15,1
1894	458	16,6	71,6	11,8	88,2	11,8
1895	437	17,4	64,3	18,3	81,7	18,3
1896	763	11,8	68,8	19,4	80,6	19,4
1897	687	12,4	68,3	19,3	80,7	19,3
1898	622	11,4	67,7	20,9	79,1	20,9
1899	806	14,8	62,9	22,3	77,7	22,3

Das Verhältniß der dem Waſſerzeichen entſprechenden Papiere zu den nicht ausreichenden hat ſich alſo im Jahre 1899 wiederum verſchlechtert.

In nachfolgender Tabelle (Seite 84) ſind die 806 im Jahre 1899 vollſtändig unterſuchten Waſſerzeichenpapiere nach den Verwendungsklaſſen 1—4b und nach Firmen, von denen ſie erzeugt ſind, geordnet. Die hier angemeldeten Firmen wurden für die ſtatiſtiſchen Berichte in einer beliebigen Reihenfolge in eine Liſte eingetragen und mit laufenden Nummern verſehen. Es wird ausdrücklich bemerkt, daß dieſe Nummern mit den Nummern der Waſſerzeichenanmeldung der verſchiedenen Fabriken nicht übereinſtimmen.

Die Tabelle zeigt zunächſt, daß die unterſuchten 806 Papiere von 51 verſchiedenen Fabriken herrühren; von 27 Fabriken, die außer den 51 ihr Waſſerzeichen bei der Verſuchsanſtalt angemeldet hatten, gelangten keine Papiere zur Unterſuchung. Die Sicherheit der einzelnen Fabriken in der Herſtellung von Papieren mit beſtimmten Eigenſchaften iſt, wie die Tabelle zeigt, recht verſchieden; man muß hierbei naturgemäß diejenigen Firmen außer Betracht laſſen, welche nur mit einem oder nur mit einer geringen Anzahl von Papieren vertreten ſind. Vergleicht man nun die Firmen, von denen mehr als 10 Papiere geprüft ſind, ſo genügten z. B. bei der Firma 6 nur 58 % den durch das Waſſerzeichen gewährleiſteten Eigenſchaften, bei den übrigen Firmen findet ſich dann eine Steigerung des Prozentſatzes an genügenden Papieren und bei den Firmen 15 und 20 genügten ſämmtliche Papiere den gewährleiſteten Eigenſchaften.

Ein Vergleich derjenigen Firmen mit mehr als zehn Papieren, deren Papiere in den Jahren 1893—1898 ſämmtlich genügten, ergiebt Folgendes:

Im Jahre 1893 genügten durchweg die Papiere der Firmen 5, 8, 14, 15, 29, 35,
„ „ 1894 „ „ „ „ „ „ 5, 6, 14, 23, 35, 43,
„ „ 1895 „ „ „ „ „ „ 8, 15, 35, 42,
„ „ 1896 „ „ „ „ „ „ 8, 15, 33, 35,
„ „ 1897 „ „ „ „ „ „ 8, 20, 35, 42,
„ „ 1898 „ „ „ „ „ „ 8, 15, 35,
„ „ 1899 „ „ „ „ „ „ 15, 20.

Durch die Anzahl der im Jahre 1899 unterſuchten Papiere fallen beſonders die

Firmen 6 mit 95 Papieren
„ 14 „ 75 „
„ 15 „ 78 „
„ 23 „ 67 „ auf.

Die 806 im Jahre 1899 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach Firmen und Verwendungsklassen geordnet.

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere	Den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften: genügten %	genügten nicht %	Innerhalb des Spielraums von 10 % lagen %	Von den Papieren der Verwendungsklasse 1: genügten ohne 10 % Spielraum	1: genügten nur mit 10 % Spielraum	1: genügten nicht	2a: genügten ohne 10 % Spielraum	2a: genügten nur mit 10 % Spielraum	2a: genügten nicht	2b: genügten ohne 10 % Spielraum	2b: genügten nur mit 10 % Spielraum	2b: genügten nicht	3a: genügten ohne 10 % Spielraum	3a: genügten nur mit 10 % Spielraum	3a: genügten nicht	3b: genügten ohne 10 % Spielraum	3b: genügten nur mit 10 % Spielraum	3b: genügten nicht	4a: genügten ohne 10 % Spielraum	4a: genügten nur mit 10 % Spielraum	4a: genügten nicht	4b: genügten ohne 10 % Spielraum	4b: genügten nur mit 10 % Spielraum	4b: genügten nicht
1	18	94	6	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	—	5	—	—	5	—	1	2	—	—
2	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
3	3	33	67	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
4	21	76	24	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	3	3	—	—	3	—	2	5	—	—
5	23	74	26	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	3	—	5	4	1	1	5	—	—
6	95	58	42	1	1	—	—	10	1	5	7	—	12	14	—	21	19	—	1	2	—	—	1	—	1
7	2	100	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—
8	15	93	7	—	—	—	—	2	—	—	4	—	—	3	—	—	3	—	—	2	—	1	—	—	—
9	11	64	36	18	—	—	—	—	1	—	—	1	—	2	—	1	2	—	3	—	—	—	1	—	—
10	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	17	76	24	18	—	—	—	2	1	1	—	—	—	3	2	2	3	—	1	1	—	—	1	—	—
13	7	43	57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	1	—	—	1	—	—	—	—	2
14	75	87	13	8	—	2	—	4	2	1	4	1	—	23	1	3	17	—	2	5	—	2	6	—	2
15	78	100	—	3	—	—	—	10	1	—	4	—	—	25	1	—	20	—	—	7	—	—	10	—	—
16	3	67	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—
17	13	62	38	8	—	1	—	2	—	—	2	—	2	1	—	1	1	—	1	1	—	1	—	—	—
18	6	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	1	1	—	—	1	—	—
20	20	100	—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	3	—	—	3	2	—	6	—	—
21	1	0	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
22	8	100	—	88	—	4	—	1	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	67	99	1	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	25	—	—	19	—	1	9	1	—	10	—	—
26	16	75	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	2	—	1	8	—	—	1	—	—
27	10	40	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	3	2	—	—	1	—	3
29	9	89	11	22	—	—	—	—	2	—	—	—	—	3	—	—	1	—	—	1	—	1	1	—	—
31	13	92	8	8	5	—	—	1	1	—	1	—	—	2	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—
33	7	71	29	14	—	—	—	—	1	—	—	—	—	3	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—
35	14	93	7	14	—	2	—	4	—	—	3	—	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	2	100	—	50	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	4	75	25	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
39	8	63	37	50	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	2	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—
41	39	59	41	5	—	—	—	1	1	—	2	1	1	9	—	4	4	—	6	3	—	3	2	—	2
42	21	76	24	10	—	2	—	1	—	—	1	—	—	7	—	5	4	—	—	1	—	—	—	—	—
43	34	74	26	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1	5	4	—	2	8	—	1	5	—	1
44	38	79	21	8	—	—	—	1	1	—	8	1	—	—	1	4	9	—	2	3	—	1	6	—	1
46	2	100	—	100	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	7	71	29	14	1	—	2	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	4	25	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	2
50	18	61	39	17	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	1	3	—	5	4	1	—	1	—	—
51	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
52	4	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
53	2	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
54	2	50	50	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	1	100	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
56	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	19	79	21	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1	2	7	—	2
61	28	61	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	2	4	—	3	4	—	2	6	—	4
62	5	80	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	2	—	—
63	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
64	2	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
65	7	14	86	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5	—	—	1
66	2	100	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	806	78	22	7	9	11	2	47	20	9	38	5	17	159	14	62	184	—	40	94	8	27	86	1	23

Zusammenstellung der in den Jahren 1893—1899 untersuchten Wasserzeichenpapiere, geordnet nach Firmen und Jahren.

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere							Gesammtzahl 1893—1899	Es erfüllten die Vorschriften						
	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899		1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %	1899 %
1	14	15	19	38	20	7	18	131	50	67	53	32	40	57	94
2	12	15	—	—	—	—	1	28	50	20	—	—	—	—	100
3	2	4	—	2	3	3	3	17	50	100	—	100	67	33	33
4	15	21	16	26	29	24	21	162	93	86	69	64	86	75	76
5	13	11	19	24	18	14	23	122	100	100	68	87	83	71	74
6	35	33	32	59	67	52	95	373	97	100	91	92	84	90	58
7	5	1	1	2	3	2	2	16	80	100	100	0	67	50	100
8	12	18	18	21	15	21	15	120	100	83	100	100	100	100	93
9	7	12	5	9	10	10	11	64	100	83	100	78	70	80	64
10	4	8	7	14	7	4	1	45	75	100	100	86	86	100	100
11	1	—	—	—	—	—	—	1	100	—	—	—	—	—	—
12	6	7	10	7	10	15	17	72	83	86	40	57	90	93	76
13	1	—	3	2	2	3	7	18	0	—	33	50	50	0	43
14	39	44	52	81	76	58	75	425	100	100	85	94	84	83	87
15	14	20	29	45	58	31	78	275	100	90	100	100	91	100	100
16	5	14	4	4	2	3	3	35	100	93	75	50	100	100	67
17	11	14	11	8	8	11	13	76	91	64	73	50	88	73	62
18	2	—	3	26	27	8	6	72	100	—	67	58	41	62	50
19	1	—	—	—	—	—	—	1	100	—	—	—	—	—	—
20	3	8	10	9	14	19	20	83	100	100	90	89	100	95	100
21	1	1	—	1	2	1	1	7	100	100	—	100	50	100	0
22	1	2	—	2	1	1	8	15	100	100	—	50	100	100	100
23	41	29	37	42	54	49	67	319	85	100	92	86	96	90	99
24	1	1	1	2	4	—	—	9	100	100	100	100	100	—	—
25	1	—	1	—	—	—	—	2	0	—	0	—	—	—	—
26	5	1	5	14	12	23	16	76	80	100	100	93	92	61	75
27	5	2	1	10	13	4	10	45	100	50	100	70	77	100	40
28	11	—	1	—	—	—	—	12	55	—	0	—	—	—	—
29	13	11	9	9	7	14	9	72	100	91	100	89	71	57	89
30	3	—	—	1	—	—	—	4	67	—	—	0	—	—	—
31	7	4	4	14	3	6	13	51	100	75	100	93	100	83	92
32	22	—	1	5	1	1	—	30	59	—	0	20	0	0	—
33	18	5	1	10	4	6	7	51	50	60	100	100	100	100	71
34	1	1	1	1	1	—	—	5	100	0	100	0	0	—	—
35	22	15	14	13	13	11	14	102	100	93	100	100	100	100	93
36	1	2	3	5	4	4	2	21	100	100	67	100	100	100	100
37	2	1	—	2	2	7	4	18	100	100	—	100	100	86	75
38	1	—	—	1	—	—	—	2	100	—	—	0	—	—	—
39	1	7	7	10	7	7	8	47	100	100	43	80	71	71	63
40	3	1	10	7	8	1	—	30	33	100	80	43	50	100	—
41	42	38	29	57	27	41	39	273	98	92	72	81	56	63	59
42	27	22	11	22	21	23	21	147	89	73	100	95	100	91	76
43	33	29	31	27	33	38	34	225	58	100	74	76	76	74	74
44	31	31	16	63	37	47	38	263	94	97	88	84	95	70	79
45	2	—	—	—	—	—	—	2	100	—	—	—	—	—	—
46	—	3	1	3	1	2	2	12	—	67	100	100	100	100	100
47	—	2	—	—	—	—	—	2	—	0	—	—	—	—	—
48	—	1	2	3	3	—	7	16	—	100	100	100	100	—	71
49	—	1	—	—	1	1	4	7	—	100	—	—	0	100	25
50	—	2	1	20	15	8	18	64	—	100	0	70	67	63	61
51	—	1	1	3	4	1	1	11	—	100	100	100	75	100	100
52	—	—	2	—	3	1	4	10	—	—	100	—	67	100	100
53	—	—	2	2	2	1	2	9	—	—	50	100	0	100	100
54	—	—	4	—	—	2	2	8	—	—	75	—	—	100	50
55	—	—	1	—	4	2	1	8	—	—	0	—	50	0	100
56	—	—	1	3	1	—	1	6	—	—	100	0	100	—	100

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere							Gesammtzahl 1893–1899	Es erfüllten die Vorschriften						
	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899		1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %	1899 %
57	—	—	—	1	1	—	—	2	—	—	—	100	0	—	—
58	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	100	—	—	—
59	—	—	—	6	3	4	19	32	—	—	—	100	33	75	79
60	—	—	—	1	25	—	—	26	—	—	—	100	72	—	—
61	—	—	—	5	1	24	28	58	—	—	—	60	100	50	61
62	—	—	—	—	—	6	5	11	—	—	—	—	—	67	80
63	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—	—	—	—	100	100
64	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	100
65	—	—	—	—	—	—	7	7	—	—	—	—	—	—	14
66	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	100

In der Tabelle Seite 85 u. 86 ist zur Gewinnung eines Gesammtüberblickes über die Leistungen der verschiedenen Fabriken in verschiedenen Jahren die Anzahl der Papiere jeder Fabrik nach Firmennummern und Jahren geordnet eingetragen.

Ordnet man die von 1893—1899 untersuchten Wasserzeichen-Papiere nach Verwendungsklassen, so ergiebt sich, daß

1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899							1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %	1899 %
4	12	2	4	3	3	22	Papiere	zur	Klasse	1	gehörten;	hiervon	genügten	100	75	100	100	100	100	91
57	69	53	79	62	59	76	„	„	„	2a	„	„	„	93	84	90	89	85	88	88
36	34	28	44	33	39	60	„	„	„	2b	„	„	„	94	91	100	98	94	90	72
133	108	134	236	222	172	235	„	„	„	3a	„	„	„	86	87	83	83	82	79	74
91	101	90	185	126	163	174	„	„	„	3b	„	„	„	78	94	78	74	82	77	77
95	70	69	104	112	100	129	„	„	„	4a	„	„	„	76	83	71	73	74	72	79
81	64	61	111	129	86	110	„	„	„	4b	„	„	„	90	92	80	81	77	80	79

4. Die Vorbehandlung des Papiers für die mikroskopische Untersuchung.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Im Ergänzungsheft III der „Mittheilungen 1887" wurde über das in der Versuchsanstalt angewendete Verfahren zur mikroskopischen Untersuchung von Papier eingehend berichtet.

Die im Laufe der Jahre gemachten Erfahrungen haben zu mancherlei Verbesserungen geführt, namentlich hinsichtlich der Vorbehandlung des Papiers und der Färbung der Fasern, so daß eine erneute Mittheilung hierüber für die Fachkreise von Interesse sein dürfte[1]).

Die Aufgabe der mikroskopischen Papierprüfung besteht hauptsächlich darin, die Art der Fasern zu bestimmen, aus denen ein Papier hergestellt ist; in zweiter Linie soll sie Aufschluß darüber geben, in welchem Zustand sich die Fasern befinden und in welchen Mengen sie vorhanden sind, soweit sich letzteres durch Abschätzung des mikroskopischen Bildes im Vergleich mit Mischungen von bekannter Zusammensetzung beurtheilen läßt.

[1]) Es bestand die Absicht, im Anschluß hieran auch eine neue Beschreibung der Erkennungsmerkmale der verschiedenen Fasern unter Beifügung neuer mikroskopischer Aufnahmen zu bringen, die Anstalt ist aber seit langer Zeit durch die Erledigung der Aufträge derartig in Anspruch genommen, daß sie die bereits begonnene Herstellung neuer Bilder wieder abbrechen mußte. Sobald es möglich ist, werden die Aufnahmen fortgesetzt und veröffentlicht.

Durch Anwendung von Jod- und Chlorzinkjodlösung in bestimmter Konzentration gelingt es, die Papierfasern in drei Gruppen zu trennen, die das Auge leicht durch ihre verschiedene Färbung unterscheiden kann. Innerhalb dieser drei Gruppen wiederum Unterschiede durch Färbung hervorzurufen, ist trotz aller Versuche bisher nicht gelungen. Eine sichere Kenntniß des Baues der Fasern bleibt daher ein unbedingtes Erforderniß zu ihrer Erkennung. Der Bau der Zelle giebt hierzu Anhaltspunkte, obschon diese nicht immer so sicher sind, daß Verwechselungen einzelner Fasern ausgeschlossen wären.

Vorbereitung des Papiers.

Das Papier als solches ist zum Mikroskopiren nicht ohne Weiteres geeignet. Stellenweise wird vorgeschrieben, ein kleines Stück des zu untersuchenden Papiers auf dem Objektglase in einem Tropfen Wasser, Glycerin o. a. mit Präparirnadeln zu zerfasern und unter dem Mikroskope zu betrachten; diese Methode ist roh und unvollkommen, weil die neben den Fasern im Papier vorhandenen Körper, wie Leim, Stärke, Füllstoffe ꝛc., den Bau der Zelle verdecken und das Erkennen derselben erschweren. Um diese der Untersuchung hinderlichen Bestandtheile zu entfernen, ist es erforderlich, das Papier zunächst in ganz verdünnter Natron- oder Kalilauge zu kochen.

Zur Erlangung einer guten Durchschnittsprobe entnimmt man am besten aus verschiedenen Bogen kleine Stücke des zu untersuchenden Papiers, übergießt sie in einer Porzellanschale mit einer geringen Menge etwa 4 procentiger Natronlauge, läßt diese einige Zeit einwirken, fügt dann Wasser hinzu und erhitzt das Ganze zum Kochen. Schon bei diesem Kochen verräth sich die Anwesenheit eines Faserstoffes, nämlich die des Holzschliffes. Holzschliffhaltiges Papier färbt sich erbsengelb, während holzschlifffreies Papier im Aussehen unverändert bleibt.

Man kocht ungefähr eine Viertelstunde und rührt dabei häufig mit einem Glasstabe um; Papiere aus geringerem Material und solche mit viel Füllstoff verlieren hierbei ihren Zusammenhang ziemlich leicht und liefern eine breiige Masse, während festere Papiere sich erst nach heftigem Rühren zerfasern. Ist das Kochen beendet, so gießt man das Ganze in einen unten durch ein feinmaschiges Sieb verschlossenen Trichter von nebenstehender Form (Fig. 1) und gießt Wasser über die darin befindliche Masse, um die den Fasern anhaftende Lauge zu entfernen.

Fig. 1.

Der Brei wird dann in eine weithalsige, mit Glasstopfen versehene Flasche gebracht, deren Boden etwa 2 cm hoch mit kleinen Granaten bedeckt und die außerdem etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist. Die weitere Zerfaserung wird nun dadurch bewirkt, daß die Flasche kräftig geschüttelt wird, bis die Stoffklumpen verschwunden sind und ein gleichmäßiger dünner Brei entstanden ist. Der so erhaltene Ganzstoff wird mittelst des erwähnten Siebtrichters abfiltrirt und aus ihm dann das Material für die mikroskopischen Präparate entnommen.

Man erhält auf diese Weise klare mikroskopische Bilder, da die Fasern durch den Kochproceß von allen Stoffen befreit sind, die ihren Bau verdecken und die mikroskopische Unter-

suchung erschweren; ferner läßt sich der gewonnene Brei bequem präpariren und schließlich stellt die erhaltene breiige Masse eine gute Durchschnittsprobe dar.

Der Wasserzusatz in der Schüttelflasche hat einerseits den Zweck, die Beweglichkeit des Stoffes zu erhöhen und die Fasern der Einwirkung der Granaten leichter zugänglich zu machen, andererseits dient er dazu, eine zu starke Einwirkung der Granaten zu verhindern; nimmt man zu wenig Wasser, so kann es vorkommen, daß die Fasern durch das Schütteln so stark angegriffen werden, daß sie im mikroskopischen Bilde entstellt erscheinen. Dieser Fall wird besonders dann eintreten, wenn man bei wenig Brei und wenig Wasser sehr lange und kräftig schüttelt. Aber auch bei hinreichendem Wasserzusatz ist das Schütteln nur so lange fortzusetzen, bis die klumpigen Massen zertheilt sind.

Bei Beobachtung dieser Vorsicht hat man keine störende Veränderung im Zustande der Fasern zu befürchten.

Sehr bequem ist, besonders bei kleinen Proben und sehr festem Papier, die Vorbereitung im Reagensglase ohne Verwendung von Granaten. Man kocht die Probe mehrere Minuten mit einer etwa 4 procentigen Lauge, kühlt etwas ab, verschließt die Mündung des Röhrchens mit dem Daumen und schüttelt so lange, bis vollständige Zerfaserung eingetreten ist. Der Inhalt des Röhrchens wird dann auf ein kleines Sieb gebracht, und die zurückbleibende Fasermasse, nachdem sie mit Wasser gewaschen ist, zur Herstellung der mikroskopischen Präparate benutzt.

Die Reinigung der Schüttelflaschen, der Siebtrichter und Porzellanschalen wird am besten gleich nach dem Gebrauch vorgenommen oder man stellt die benutzten Gegenstände (die Schüttelflaschen geöffnet) in ein großes Gefäß mit Wasser, damit die Faserreste nicht antrocknen. Die Schüttelflasche wird behufs Reinigung zur Hälfte mit Wasser gefüllt, tüchtig durchgeschüttelt, wieder entleert und so fortgefahren, bis in dem über den Granaten stehenden Wasser keine Fasern mehr bemerkt werden; auch ganz vereinzelte Fasern sind in dem Wasser deutlich sichtbar.

Proben, wie Pappen und Preßspähne, welche beim Kochen mit Lauge nur schwer erweichen, spaltet man vorher in dünne Blätter, um sie der Einwirkung der Lauge leichter zugänglich zu machen. In solchen Fällen leistet außerdem ein mechanisches Rührwerk, das sich z. B. leicht mit der kleinen Raabe'schen Turbine antreiben läßt, gute Dienste.

Gefärbte Papiere werden im allgemeinen nicht anders behandelt als ungefärbte. Die Farbe wird häufig schon durch den Kochproceß vollständig zerstört oder so umgewandelt, daß sie bei der Untersuchung nicht hindert; auch bei widerstandsfähigeren Farben pflegt die mikroskopische Untersuchung von gefärbtem Papierbrei im allgemeinen nicht größere Schwierigkeiten zu machen als das Mikroskopiren von ungefärbtem Brei. Eine besondere Behandlung des Papiers oder des Breies zur Entfernung des Farbstoffes ist nur dann erforderlich, wenn die Farbe so dunkel ist, daß sie den Bau der Faser vollständig verdeckt. Als Farbstoff lösende oder zerstörende Mittel kommen hauptsächlich Alkohol, Salzsäure, Salpetersäure und Chlorkalk in Betracht. Ein Verfahren, das in allen Fällen zum Ziele führt, kann nicht angegeben werden, da es in jedem Fall von der chemischen Natur des verwendeten Farbstoffes abhängig ist.

Nicht geleimte Papiere, Löschpapiere, Filtrirpapiere, Halbstoffe ꝛc. lassen sich schon mit Wasser zerkochen. Indessen thut man gut, auch in diesen Fällen etwas Lauge hinzuzufügen, da hierdurch bessere Färbungen und klarere mikroskopische Bilder erzielt werden. Nur bei

wollhaltigen Papieren (Kalanderpapier, Schrenzpapier, Dachpappe ꝛc.) ist Lauge ganz zu vermeiden, da Wolle von Natronlauge aufgelöst wird.

Herstellung der Präparate.

Wie schon erwähnt, wird das Erkennen der Fasern wesentlich erleichtert durch Anwendung geeigneter färbender Lösungen; als solche kommen vorzugsweise eine Jod-Jodkaliumlösung und eine Chlorzinkjodlösung von bestimmter nachstehend angegebener Zusammensetzung in Betracht.

1. Jod-Jodkaliumlösung.

Wasser	20	ccm
Jodkalium	2	g
Jod	1,15	"
Glycerin	2	ccm

2. Chlorzinkjodlösung.

Man stelle zunächst die folgenden beiden Lösungen her:

Lösung A

20 g trockenes Zinkchlorid in 10 g Wasser.

Lösung B

2,1 g Jodkalium und 0,1 g Jod in 5 g Wasser.

Man vermische dann A mit B, lasse den entstehenden Niederschlag absetzen und gieße die überstehende klare Reaktionsflüssigkeit ab; in diese bringt man ein Blättchen Jod.

Auf genaue Innehaltung der Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandtheile ist zu achten, da schon bei geringen Abweichungen die Wirkung der Lösung beeinträchtigt wird. Beide Lösungen, die vor Licht zu schützen sind, füllt man zum Gebrauch am vortheilhaftesten in braune Pipettenflaschen von 20 ccm Inhalt.

Die Art der Färbung der verschiedenen Fasern bei Anwendung der beiden Lösungen ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.[1])

Fasern		Färbung in	
		Jod-Jodkaliumlösung	Chlorzinkjodlösung
Gruppe I (Lumpenfasern)	Leinen, Hanf, Baumwolle	schwach- bis dunkelbraun, dünne Lamellen fast farblos	schwach bis stark weinroth[2])
Gruppe II (Zellstoffe)	Holzcellulose und Adansonia	grau bis braun	blau bis rothviolett
	Strohcellulose und Jute	grau	blau bis blauviolett
	Esparto	theils grau, theils braun	theils blau, theils weinroth
	Manilahanf	theils grau, theils braun, theils gelbbraun	blau, blauviolett, rothviolett, schmutziggelb, grünlichgelb
Gruppe III (Verholzte Fasern)	Holzschliff, rohe Jute, schlecht aufgeschlossene Zellstoffe	theils leuchtend gelbbraun, theils gelb, je nach Schichtendicke und Verholzungsgrad	citronengelb bis dunkelgelb
	Strohstoff	theils gelbbraun, theils gelb, theils grau	theils gelb, theils blau, theils blauviolett

[1]) Bezugsquelle für die erwähnten Geräthschaften und Jodlösungen ist die Firma L. Schopper in Leipzig.

[2]) Erscheinen die Lumpenfasern bläulich, so ist die Lösung zu stark und muß vorsichtig mit Wasser verdünnt werden, bis sich die Lumpen roth färben. Werden die Cellulosefasern nicht blau, sondern röthlich gefärbt, so ist die Lösung zu schwach; sie kann meist durch geringen Zusatz von Zinkchlorid brauchbar gemacht werden; gelingt dies nicht, so ist die Lösung neu anzufertigen.

Leider lassen sich die Färbungen der verschiedenen Fasern nicht bei jedem Papier scharf abgrenzen, da die Farbtöne, zumal bei stark zermahlenen Stoffen, zuweilen in einander übergehen.

Untersuchung des durch Kochen erhaltenen Breies.

Zum Zertheilen des Breies auf dem Objektglase bedient man sich zweier Präparirnadeln, am besten aus Platin, da andere Materialien, namentlich Hornnadeln, von der Jodlösung stark angegriffen werden. Für die eine der Nadeln wählt man zweckmäßig eine lanzettförmige Spitze.

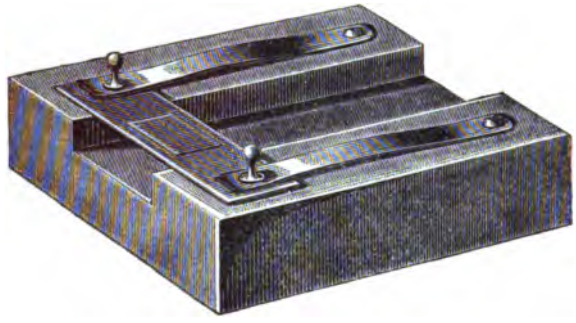


Fig. 2.

Beim Arbeiten mit der Jod-Jodkaliumlösung kann man ein Klümpchen des erhaltenen Breies ohne weiteres verwenden; beim Färben mit der Chlorzinkjodlösung muß es indessen erst von dem mechanisch anhaftenden Wasser befreit werden. Zu diesem Zwecke drückt man es auf ein Stückchen poröses Thon, Gips o. a.; fehlt es an derartigem Material, so läßt sich das Wasser auch durch sorgfältiges Ausstreichen des Breies auf der Hand entfernen. Die Beseitigung des Wassers ist bei Anwendung von Chlorzinkjodlösung unbedingt erforderlich, weil anderenfalls die Färbung nicht mit der nöthigen Schärfe eintritt.

Den Brei bringt man auf das Objektglas, fügt 1—2 Tropfen der Lösung hinzu und vertheilt die Fasern möglichst gleichmäßig.

Fig. 3.

Das Objektglas legt man hierbei hohl über eine weiße Unterlage, da sich die Fasern auf diese Weise am besten vom Untergrund abheben. Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung, wie sie zu diesem Zwecke in der Versuchsanstalt angewendet wird. Jedes Präparat wird mit einem Deckgläschen vom Rande der Flüssigkeit aus vorsichtig bedeckt und mit einem scharf beschnittenen Stück Fließpapier, welches man gegen den Rand hält, die zuviel zugesetzte Lösung fortgenommen. Hierbei ist indessen darauf zu achten, daß man das Papier nicht zu lange saugen läßt, da sonst zwischen Objekt- und Deckglas Luftblasen entstehen, die beim Untersuchen stören.

Für die Untersuchung der Fasern empfiehlt sich eine etwa 150fache lineare Vergrößerung; man erkennt freilich viele Fasern schon bei einer geringeren Vergrößerung, aber die Feinheiten des Faserbaues gehen hierbei verloren. In der Versuchsanstalt wird mit Zeißschen Mikroskopen[1]), gewöhnlich mit dem Okular Nr. 2 und dem Objektiv D, gearbeitet. Diese Zusammenstellung entspricht ungefähr einer 150fachen Vergrößerung, die für eine Unterscheidung der Fasern meist ausreicht und die sich sehr gut bewährt hat.

[1]) Carl Zeiß' optische Werkstätten in Jena.

Will man sich einen Ueberblick über die Menge der verschiedenen Faserarten verschaffen, so wählt man eine geringere, etwa 50fache Vergrößerung, damit eine größere Fläche auf einmal übersehen werden kann[1]).

Zur staubfreien Aufbewahrung und bequemen Entnahme der Deckgläschen hat die Firma L. Schopper-Leipzig kürzlich auf Anregung der Versuchsanstalt Behälter angefertigt, die sich als sehr praktisch erwiesen haben, und auf die hier zum Schluß noch hingewiesen sein mag; aus Fig. 3 ist deren Bau und Wirkungsweise ohne weiteres zu ersehen; die Füllung des Apparates mit Deckgläschen erfolgt bei abgenommenem Deckel von oben, die Entnahme von unten; der zwischen der unteren Platte und der Vorderwand befindliche Schlitz ist so bemessen, daß immer nur das unterste Deckgläschen entnommen werden kann.

---

5. Ueber den Sicherheitsgrad und die Beurtheilung der Festigkeitsversuche nach den Normen für Cementprüfung.

Vom Direktor, Professor Martens. Abdr. aus der Thonindustriezeitung 1900 S. 523.

In Ergänzung meiner Worte in der diesjährigen General-Versammlung des Vereins deutscher Portland-Cement-Fabrikanten habe ich nachstehenden Beitrag zum Protokoll eingesendet:

Die Verhandlungen Ihrer Kommissionen und Ihrer Versammlung haben mehrfach das Bild geliefert, daß Schlußfolgerungen auf Grund der von mehreren Beobachtern erhaltenen Ergebnisse von Versuchsweisen gleicher Art zum Widerspruch oder wenigstens dahin führten, daß da, wo man einen gewissen gesetzmäßigen Verlauf erwarten durfte, dieser nicht zum Ausdruck kam. Die Gefahr liegt demnach vor, daß gewisse Beobachtungen, die bei ähnlichem Vorgehen Gesetzmäßigkeiten zu liefern schienen, doch auch nur Zufallsergebnisse förderten.

Als Beispiele, die zum Denken anregen, möchte ich folgende aufführen:

Vor einigen Jahren wurde die Vorführung des Steinbrückschen Mischers mit einiger Genugthuung begrüßt, weil man hoffen konnte, durch ihn eine Reihe von Willkürlichkeiten beseitigt zu haben, die das Handmischverfahren bei der Normenmörtelbereitung immer zulassen wird. Man kann von einer Mischmaschine, die ja nur gesetzmäßig arbeiten kann, kaum andere als gesetzmäßig verlaufende Ergebnisse erwarten, wenn man die Grundbedingungen ihrer Arbeit innerhalb der gegebenen Grenzen nach bestimmten Gesichtspunkten ändert. Gleiche Mischmaschinen sollten unter gleichen Umständen gleiche Ergebnisse liefern.

Die Versuchsanstalt und Ihre Geräthekommission fanden bei ihren ersten Versuchen auch gesetzmäßigen Verlauf der Festigkeitszahlen, wenn die Mischung mit steigenden Umdrehungszahlen der Maschine vollführt wurde. Man gewann also die Hoffnung, daß die Maschinenmischung mit Vortheil an die Stelle der Handmischung treten könne.. Als nun in jüngster Zeit Ihre Geräthekommission und die Versuchsanstalt die Zahl der Umdrehungen feststellen sollten, die zu machen ist, damit das Festigkeitsergebniß dem bei Handmischung erzielten entspricht, gingen die an verschiedenen Stellen gewonnenen Werthe und die Meinungen soweit auseinander, daß man die sehnlichst erhoffte Ruhe wieder nicht fand, sondern wieder von vorn anfangen muß.

---

[1]) Vergl. Ueber die Feststellung des Mengenverhältnisses der in einem Papier vorhandenen Faserarten. „Mittheilungen" 1892 S. 7.

Liegt dieses Ergebniß nun beim Mischer, bei den verschiedenen Handmischverfahren, oder kann es auch sonst Ursachen haben?

Herr Rudolf Dyckerhoff und Herr von Bach haben in der Kommissionssitzung die Frage erörtert, welchen Einfluß die schiefe Einspannung der Probekörper beim Zugversuch haben könnte. Dieser Einfluß ist vorhanden und sicher groß, wenn Maschinen und Einspannklauen ungeschickt konstruirt sind und unsachgemäß gehandhabt werden; darüber kann kein Zweifel sein. Wohl aber ist die Frage berechtigt, wie groß der Einfluß höchstens werden kann, wenn man in richtigen normalen Maschinen und mit richtigen normal in Stand gehaltenen Klauen, einmal mit der üblichen Vorsicht und das andere Mal unter den ungünstigsten Bedingungen der Einspannung arbeitet. Die beiden Herren brachten die Versuchsergebnisse von solchen Reihen vor. Die Zahlenwerthe und die Größe der gefundenen Unterschiede sind mir nicht mehr gegenwärtig, ich kann mir also kein Urtheil bilden; sie werden ja aber ebenfalls dem Protokoll Ihrer General-Versammlung beigefügt werden. Auch die Versuchsanstalt hat ähnliche Versuche ausgeführt und zum Theil in den „Mittheilungen aus den technischen Versuchsanstalten" 1896, S. 178 (Thonind.-Zeitg. 1896, S. 761), veröffentlicht; ich gebe diese Zahlen unten wieder. (Vergl. Tab. 1 auf folgender Seite.) Man sieht, die schiefe Einspannung hat hier sogar größere und übereinstimmendere Werthe gegeben. Aus einer so kleinen Versuchsreihe kann man aber keinen sicheren Schluß ziehen.

Eine Cementfabrik ließ 60 Zugprobekörper anfertigen, normenmäßig lagern und dann in feuchtes Sägemehl verpacken. 30 Körper wurden zur Prüfung nach Charlottenburg gesandt, 30 Körper in der Fabrik geprüft. Die 14 Tage alten Körper lieferten folgende Werthe (s. Tab. 2):

Zum vollen Verständniß dieser Tabelle 2 sei hier angeführt, daß an beiden Prüfungsstellen zwei Apparate (I und II und 1 und 2) benützt wurden und daß, obwohl in den jeweiligen beiden ersten Reihen fast genaue Uebereinstimmung der Mittelwerthe stattfindet, doch die jeweiligen dritten Reihen von den beiden ersten abweichen (kleinere Werthe liefern). Daß dies am Apparat II nicht liegen konnte, wurde dem Fabrikanten, der selbst mitgeprüft hatte, sofort bewiesen, indem in die Einspannklauen der Maschinen je ein 5 kg-Stück eingehängt und tarirt wurde. Die Tara war bei den Maschinen I und II genau gleich; beide Maschinen sind oft geprüft worden [1]). Da die dritte Reihe der Fabrik fast um ebensoviel von deren ersten beiden Reihen abweicht, so ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß der Zufall spielte, klein und man könnte vermuthen, daß in den Probekörpern die Ursache liegt, weil sowohl in Charlottenburg als auch in der Fabrik ähnliche Unterschiede gefunden wurden. Das setzt indessen voraus, daß die Probekörper bei der Anfertigung, beim Verpacken und beim Herausnehmen nicht regellos durcheinander kamen. Die Werthe der Reihen 3 liegen aber immerhin innerhalb der jeweiligen Reihen 1 und 2. Deswegen darf man die 60 Werthe wohl als Beispiel für die folgenden Auseinandersetzungen benutzen, die uns auf den Gegenstand der Frage führen, durch welche Ursachen solche Widersprüche bedingt sind, wie sie in den Beispielen Tab. 1 und 2 liegen.

[1]) Vergl. „Mittheilungen" 1896, S. 179 (Thonind.-Zeitg. 1896 S. 761).

Tabelle 1. **Wirkung der schiefen Einspannung beim Zugversuch**[1]).

Versuchs-Nr.		Die Probekörper wurden eingespannt: a. sorgfältig senkrecht	b. möglichst schief, oben nach links geneigt	c. möglichst schief, oben nach rechts geneigt
Einzelwerthe bezogen auf den Mittelwerth als 100 gesetzt	1	89	101	96
	2	87	98	102
	3	102	109	93
	4	93	91	100
	5	115	99	108
	6	107	89	102
	7	95	98	112
	8	104	108	98
	9	98	99	93
	10	106	111	99
Mittelwerth σB in kg/qcm		22,6	23,1	23,5
r = wahrscheinlicher Fehler in pCt. von σ_B		± 5,9	± 5,00	± 4,1
△ max. = größter Fehler in pCt. v. σ_B		+ 15	+ 11	+ 12
△ min. = kleinster Fehler in pCt. v. σ_B		− 13	− 11	− 7

Tabelle 2. **Zugfestigkeit des gleichen Cementes** (1+3, 14 Tage alt).

	In Charlottenburg geprüft						In der Fabrik geprüft					
	Apparat I Assistent A		Apparat I Fabrikant		Apparat II Assistent A		Apparat 1 wie gewöhnlich		Apparat 1 neue Klauen		Apparat 2 auch mit abgerundeten Klauen	
	kg/qcm		kg/qcm		kg/qcm		kg/qcm		kg/qcm		kg/qcm	
1	22,3	92	23,7	95	23,5	102	24,5	100	25,5	104	22,0	99
2	3,6	97	4,1	97	0,4	88	2,0	90	4,0	97	3,0	103
3	5,8	106	5,5	102	5,3	110	4,5	100	6,0	106	3,0	103
4	4,8	102	3,6	95	3,8	104	7,0	110	8,0	114	0,5	92
5	4,1	99	6,9	108	1,4	93	4,0	98	4,0	97	2,5	101
6	5,7	106	0,9	84	1,6	93	4,0	98	4,5	99	2,5	101
7	6,2	108	6,3	106	3,7	102	3,5	96	6,0	106	4,0	108
8	3,0	95	5,1	101	4,1	104	6,5	108	1,5	87	2,5	101
9	4,0	99	4,2	97	3,9	104	6,0	106	2,0	89	1,0	94
10	3,4	97	8,7	115	3,4	102	3,0	94	5,5	103	2,5	101
m	24,29	—	24,90	—	23,11	—	24,50	—	24,70	—	22,35	—
r	± 3,6		± 5,8		± 4,5		± 4,3		± 5,5		± 3,1	
+△max.		+ 8		+15		+10		+10		+14		+ 8
−△min.		− 8		− 16		− 12		− 10		− 13		− 8

Ohne den Gegenstand hier erschöpfend behandeln zu können, will ich an den gegebenen Beispielen praktisch vor Augen führen, welche Bedeutung diese Erfahrung thatsächlich gewinnen kann. Dazu will ich die Annahme machen, daß die oben besprochenen Unterschiede zwischen den Reihen keinem Gesetz entsprechen, sondern zufällige sind.

[1]) Die Körper waren 15 Tage alte Normenproben, die Einspannklauen an den inneren Anlageflächen abgerundet, sodaß ihr Angriff in der Mittelebene der Proben erfolgen mußte. (Klauen mit unabgerundeten Innenflächen sind unzulässig, weil sie stets starken schiefen Zug liefern müssen).

Aus einer Reihe von Beobachtungen, die nur vom Zufall beeinflußt sind, ist nach mathematisch begründeten Gesetzen der Mittelwerth der wahrscheinlichste Werth, d. h. derjenige, der der Wirklichkeit am meisten nahe kommt. Die Abweichungen der Einzelwerthe vom Mittelwerth würde man also als Fehler betrachten können. Diese Fehler müssen, wie es sich von selbst versteht, positiv oder negativ ausfallen. Die kleinen positiven oder negativen Fehler sind zahlreicher als die großen. In einer Beobachtungsreihe mit zahlreichen Einzelergebnissen müssen positive und negative Fehler, sowohl ihrem Vorzeichen als auch ihrer Größe nach regellos aufeinander folgen, wenn nur der Zufall waltete. Werden positive und negative Fehler gleicher Größe geordnet zusammengestellt, so muß die Summe der positiven und negativen Fehler gleicher Größe nahezu gleich Null werden und die Häufigkeit der Fehler muß mit ihrer Kleinheit nach einem ganz bestimmten mathematischen Gesetze zunehmen.

Hat man also hinreichend große Reihen zur Verfügung, so kann man sich allein aus diesen Zahlenreihen unter Beachtung der vorstehenden Regeln ein recht klares und bestimmtes Bild von der Zuverlässigkeit der Beobachtungen machen. Als Maßstab für die Zuverlässigkeit einer Beobachtungsreihe und des aus ihr abgeleiteten Mittelwerthes gilt der sogenannte wahrscheinliche Fehler r, der folgende Bedeutung hat. Trägt man die Häufigkeit H der Fehler gleicher Größe wie in Fig. 1 angedeutet auf, so stellt die von der Häufigkeitslinie und der Grundlinie eingeschlossene schraffirte Fläche links die Zahl der negativen Fehler dar, und man kann diese Fläche durch die Ordinate im Abstande —r in zwei gleiche Theile zerlegen; da die rechte Seite der Figur symmetrisch zur linken läuft, gilt das Gleiche von +r. Die Hälfte der überhaupt vorkommenden Fehler ist hiernach kleiner als ±r, während die andere Hälfte größer als ±r ist. Das Fehlergesetz sagt nun weiter, daß schon 823 von tausend Fehlern kleiner sein werden als ±2 r, 957 kleiner als ±3 r und 993 kleiner als ±4 r; über ±5 r wird man nur noch 1 Fehler zu erwarten haben; (NB. wenn die Fehler nur vom Zufall bedingt und die Beobachtungen zahlreich genug sind).

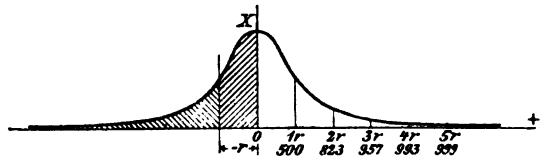


Fig. 1.

Der wahrscheinlichste Fehler r kann durch die Rechnung aus

$$r = \pm 0{,}67449 \sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{m-1}}$$

gefunden werden, wenn $\Sigma\Delta^2$ die Summe der Quadrate aller Fehler und m die Anzahl der Fehler (Beobachtungen) ist.

Der wahrscheinliche Fehler wird also um so kleiner, je kleiner die $\Sigma\Delta^2$, d. h. je sorgfältiger die Beobachtungen (in unserm Falle je gleichmäßiger die Herstellung der Probekörper ausfällt) und je zahlreicher sie sind (d. h. je mehr Probekörper zur Mittelbildung herangezogen werden). (Vergl. Martens: Materialienkunde für den Maschinenbau, Berlin, Julius Springer, 1898, Abs. 648 u. 649).

In Tabelle 3 habe ich die 60 Werthe der Tabelle 2 so zusammengestellt, daß die Mittelwerthe aus allen 60, aus je 30, je 10 und je 5 Einzelwerthen zusammengestellt sind, so wie sie aufeinander folgen.

Wir haben also in Tabelle 3 gewissermaßen das Bild dargestellt, das sich ergeben würde, wenn die 60 Werthe einmal von einer und dann von 2, 6 oder 12 Versuchs-

stellen eingesandt worden wären, und zwar wären an allen Stellen die Körper in dem Maße gleichartig hergestellt, wie wir es praktisch überhaupt nur erwarten könnten. Denn sie sind ja in Wirklichkeit in demselben Laboratorium, von den gleichen Leuten aus reinem Cement mit reinem Sande und dem gleichen Wasser angemacht, mit den gleichen Apparaten eingeschlagen und auf ganz gleiche Weise erhärtet; selbst die Festigkeitsprüfung darf man als gleich ansehen. Und doch geben alle Gruppen recht verschiedene Mittelwerthe, recht verschiedene wahrscheinliche Fehler und Abweichungen vom Mittelwerth. Da die Gruppirung der Werthe 1—60 in Tabelle 2 ja eine ganz zufällige ist, so hätten bei anderer Gruppirung die einzelnen Gruppen von Tabelle 3 auch andere Mittelwerthe u. s. w. geliefert. Man würde also aus den 60 Werthen von Tabelle 2 allein durch Vertauschen der Werthe eine sehr große Zahl von Gruppen aus je 10 und je 5 Versuchsergebnissen bilden können; jede Gruppe hätte gleiche Daseinsberechtigung wie die niedergeschriebenen, jede liefert neue Mittelwerthe u. s. w.

Es ist nun klar, daß unter allen diesen möglichen Gruppirungen zwei Grenzfälle vorkommen, nämlich der zufällige Zusammenfall der größten Einzelwerte in die eine Gruppe und der kleinsten in die andere Gruppe. Diese Gruppen lieferten dann den größten und kleinsten innerhalb der Reihe von 60 Einzelversuchen überhaupt möglichen Mittelwerth. Diese Werthe finden sich leicht aus Tabelle 2; sie sind

untere Grenzwerthe bei Größen aus { 5 Werthen 20,42 kg/qcm
10 „ 21,35 „

obere „ „ „ „ { 10 „ 26,76 „
5 „ 27,42 „

Die Wahrscheinlichkeit, daß man diese Grenzwerthe wirklich zufällig beisammen findet, ist allerdings sehr gering gegenüber der Wahrscheinlichkeit, daß man eine solche Zusammenstellung trifft, bei der die in kleinen Gruppen gefundenen Mittelwerthe nahe bei dem Mittelwerth aus allen 60 Versuchen liegen. Die Häufigkeit der Abweichungen verschiedener Größen gegenüber diesem Mittelwerth folgt schließlich dem gleichen Gesetz wie die Häufigkeit der Fehler in einer großen Versuchsreihe.

Uebersetzen wir unseren Fall so in die Praxis, wie er in den Vereinskommissionen immer liegt, so lieferten uns die angenommenen 6 oder 12 Kommissionsmitglieder, die alle ganz gleich tüchtig und geschickt sind, Mittelwerthe, die gegenüber dem Hauptmittel schwankten um:

a) Gruppen von 10 Einzelwerthen.		b) Gruppen von 5 Einzelwerthen.	
+ 0,31 kg/qcm	= + 1,25 %	+ 0,14 kg/qcm	= + 0,59 %
+ 0,92 „	= + 3,85 „	+ 0,48 „	= + 2,00 „
— 0,87 „	= — 3,63 „	+ 0,78 „	= + 3,26 „
+ 0,52 „	= + 2,17 „	+ 1,06 „	= + 4,43 „
+ 0,72 „	= + 3,00 „	— 1,10 „	= — 4,60 „
— 1,63 „	= — 6,80 „	— 0,64 „	= — 2,67 „
		+ 0,42 „	= + 1,75 „
		+ 0,62 „	= + 2,58 „
		+ 1,52 „	= + 6,35 „
		— 0,08 „	= — 0,33 „
		— 1,78 „	= — 7,43 „
		— 1,48 „	= — 6,19 „
untere Grenze = — 2,63 kg/qcm	— 10,95 %	— 3,56 kg/qcm	— 14,85 %
obere „ = + 2,78 „	+ 11,60 „	+ 3,44 „	+ 14,45 „

Die Kommissionsmitglieder a, die mit 10 Proben arbeiteten, lieferten sicherere Werthe als die Mitglieder b.

Hier weichen schon die Mittelwerthe um thatsächlich 7 % vom Hauptmittel ab und die Grenzwerthe um 11 und 15 %; die Einzelwerthe in der Reihe 1—60, Tabelle 3, schwanken bis zu 20 % um den Mittelwerth.

Wie viel größer wären nun wohl erst gar die Schwankungen gewesen, wenn wir nicht diese angenommenen, sondern wirkliche Kommissionsmitglieder gehabt hätten, die selbst ihre 5 oder 10 Probekörper erzeugt, aufbewahrt und geprüft hätten?

Die Ueberlegung wird sagen, daß die vergleichenden Prüfungen zwischen zwei Prüfungsstellen, die genau nach gleichem Verfahren und mit gleich geschickten Leuten arbeiten, immer noch Abweichungen von der hier genannten Größenordnung ergeben können.

> Ganz klar beweisen auch wohl diese Zahlen, daß man es vermeiden muß, bei vergleichenden Prüfungen zwischen zwei Prüfungsstellen, bei der Prüfung eines Apparates oder bei der Bestimmung der Wirkung gewisser Vorgänge, z. B. der schiefen Einspannung, das Urtheil auf eine kleine Versuchsreihe zu gründen oder große Reihen von einer großen Zahl von Beobachtern zu benutzen, die ja alle wieder ihre eigenartigen Fehler und Abweichungen in die Versuchsausführung hineinbringen. Viel sicherere Ergebnisse wird man erzielen, wenn bei größter Sorgfalt in der Probenherstellung die gleiche Zahl von Proben **an einer Stelle**, meinetwegen unter den Augen einer Kommission, hergestellt wird, **so daß alle äußeren Beeinflussungen entfallen** oder von gleicher Größenordnung werden und man es vorwiegend mit den unvermeidbaren zufälligen Fehlern zu thun hat.

Diesen Zustand ideal zu erreichen, wird bei Cementprüfungen immer unmöglich bleiben, und daher ist es von hervorragendem praktischem Interresse für das Materialprüfungswesen, sich einmal einen klaren Ueberblick über die Verhältnisse zu verschaffen, so wie sie wirklich liegen. Um dies zu erreichen und dabei eine breite Grundlage zu gewinnen, habe ich aus einer großen Reihe der bei den amtlichen Prüfungen in Charlottenburg gewonnenen Protokolle die in Tabelle 4 angegebenen Werthe berechnet.

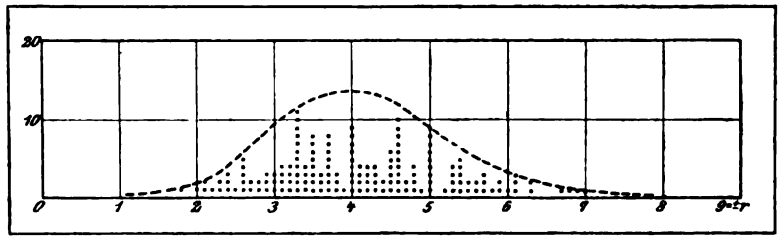


Fig. 2.

Die Probekörper zu allen Reihen sind nach dem gleichen Verfahren von den gleichen Leuten hergestellt, nur sind die älteren Körper (bis 1895) mit dem alten Böhmeschen Hammerapparat, die neueren (aus 1898—99) mit dem abgeänderten Apparat eingeschlagen. Es sind gleich viel Reihen von vier Beobachtern genommen worden, um festzustellen, ob die Ausführung des Zerreißens von Einfluß auf die Sicherheit des Ergebnisses ist. Betrachtet man die Mittelwerthe von r in Spalte 21, so tritt allerdings ein geringer Unterschied in

diesen Mittelwerthen zu Tage, aber man kann schwer sagen, daß dies gesetzmäßig ist, weil die Schwankungen der Einzelwerthe in den Spalten 1—20 sich innerhalb gleicher Grenzen vollziehen. Jedenfalls ist für eine sichere Schlußfolgerung die Zahl der Werthe noch zu klein. Legt man allen Zahlen gleichen Werth bei, so ergiebt sich, daß die 7-Tages-Proben im Mittel einen Fehler von $r = \pm 4{,}33\,\%$ und die 28-Tages-Proben einen solchen von $r = \pm 3{,}90\,\%$ zeigen. Dieser Unterschied zeigt sich bei allen 4 Beobachtern. Um einen Ueberblick über die Häufigkeit des Vorkommens der wahrscheinlichen Fehler von bestimmter Größe zu geben, habe ich diese Häufigkeit in Fig. 2 verzeichnet.

Man erkennt, daß die Mehrzahl der Fälle zwischen die Werthe $r = \pm 3$ bis $\pm 5\,\%$ fällt; wahrscheinliche Fehler unter ± 2 und über $\pm 7\,\%$ sind selten.

Um nicht zu weitläufig zu werden, habe ich die nach einer ähnlichen Aufstellungsart ermittelten Fehler von 160 Druckversuchen nur in Fig. 3 aufgezeichnet, ohne die Tabellen anzuführen.

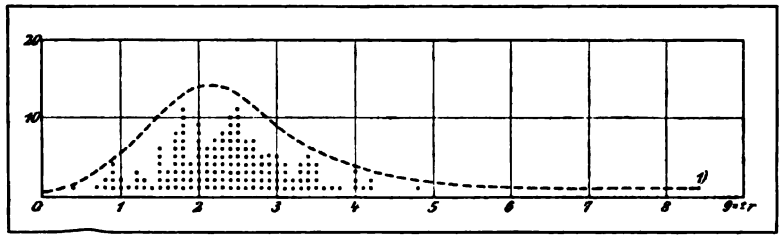


Fig. 3.

Die größte Zahl der Fälle fällt hier zwischen $r \pm 1$ und $3\,\%$. Der Druckversuch ist also viel sicherer durchzuführen als der Zugversuch.

Stellt man die Mittelwerthe von $\pm r$ nach den einzelnen Beobachtern für die 7-Tages- und 28-Tages-Proben zusammen, so erhält man für den

	Beobachter:	7-Tage	28-Tage
1. Zugversuche:	A	$\pm 4{,}63\,\%$	$\pm 4{,}21\,\%$
	B	4,77 „	3,86 „
	C	3,76 „	3,42 „
	D	4,17 „	4,12 „
	Mittel	4,33 %	3,90 %
2. Druckversuche:	A	$\pm 2{,}92\,\%$	$\pm 2{,}90\,\%$
	B	1,95 „	1,77 „
	C	2,52 „	2,29 „
	D	2,80 „	2,10 „
	Mittel	2,55 %	2,26 %

Also auch beim Druckversuch gaben die 28-Tages-Proben sicherere Werthe.

Um noch einen Ueberblick darüber zu gewinnen, wie groß die Abweichungen der Einzelwerthe, ausgedrückt in Procenten des Mittelwerthes, bei den untersuchten 160 Zug- und 160 Druckversuchsreihen überhaupt geworden sind und um das Vertheilungsgesetz dieser Abweichungen darzustellen, habe ich die Fehler gleicher Größe ausgezählt und danach die Fig. 4 entworfen, die die Häufigkeiten (Fehlerkurven) beim Zug- und Druckversuch, getrennt nach den 7-Tages- und 28 Tages-Ergebnissen darstellt.

Tabelle 3. **Gegenüberstellung der aus den einzelnen**

Aus 60 Einzelwerthen					Aus je 30 Einzelwerthen				
Nr.	σ B kg/qcm	± r %	Δ min. %	Δ max. %	Nr.	σ B kg/qcm	± r %	Δ min. %	Δ max. %
1—60	23,98	5,1	14	20	1—30	24,10	5,0	15	19
					31—60	23,85	5,3	14	17

Man sieht aus diesen Linien, wie die großen Abweichungen nur ganz vereinzelt vorkommen und z. B. in der unteren 7-Tages-Kurve (Druckversuch) zum Theil aus dem gesetzmäßigen Verlauf herausfallen. Diese Werthe stammen offenbar von solchen Proben her, die in irgend einer Weise beeinflußt sind (sie sind nicht durch den Zufall bedingt, können also auch nicht unter das Fehlergesetz fallen). In der That stammen die beiden äußersten Werthe — 18 und + 25 % des unteren Linienzuges aus einer Versuchsreihe mit dem wahrscheinlichen Fehler r = ± 8,40 % (siehe Bemerkung zu Tabelle 3).

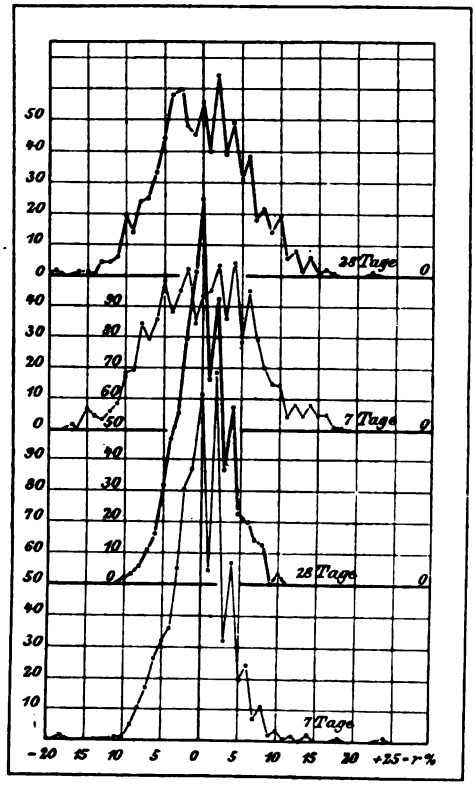


Fig. 4.

Es liegt nahe, zu fragen, ob man nicht die Versuchsergebnisse, die an der äußersten Grenze liegen, ausschließen soll, um so die Zuverlässigkeit des Mittelwerthes zu erhöhen, d. h. den wahrscheinlichen Fehler zu verkleinern. Dieses Verlangen ist sicher berechtigt und der Ausschluß muß unter allen Umständen geschehen, wenn die Fehlerhaftigkeit des Probekörpers vor dem Versuch erkannt wird. Man muß aber die Berechtigung zum Ausschluß gewisser Versuchsergebnisse auch dann zugestehen, wenn die Ursache der Abweichungen nicht erkannt und nachgewiesen werden kann. Der Ausschluß ist gerechtfertigt, wenn ein Ergebniß um mehr als das 4- oder 5-fache des wahrscheinlichen Fehlers r vom Mittelwerth der Versuchsreihe abweicht, weil die Wahrscheinlichkeit dafür, daß der fragliche Werth allein vom Zufall, d. h. allein durch die unvermeidlichen Herstellungs- und Versuchsfehler bedingt ist, kleiner als $^{7}/_{1000}$ oder $^{1}/_{1000}$ ist.

Hiernach würde man also in dem wahrscheinlichen Fehler r einen guten Maßstab für

Gruppen von Tabelle 2 abgeleiteten Mittelwerthe.

Aus je 10 Einzelwerthen					Aus je 5 Einzelwerthen				
Nr.	σ B kg/qcm	± r %	Δ min. %	Δ max. %	Nr.	σ B kg/qcm	± r %	Δ min. %	Δ max. %
1—10	24,29	3,6	8	8	1— 5	24,12	3,5	7	7
					6—10	4,46	3,8	6	7
11—20	4,90	5,8	16	15	11—15	4,76	3,6	4	8
					16—20	5,04	7,7	16	15
21—30	3,11	4,5	12	10	21—25	2,88	5,8	11	11
					26—30	3,34	2,9	7	4
31—40	4,50	4,3	10	10	31—35	4,40	5,0	10	11
					36—40	4,60	4,2	6	8
41—50	4,70	5,5	13	14	41—45	5,50	4,5	6	10
					46—50	3,90	5,8	10	9
51—60	2,35	3,1	8	8	51—55	2,20	3,3	8	4
					56—60	2,50	3,3	7	7

den Ausschluß stark abweichender Ergebnisse haben. Aber wie soll er praktisch angewandt werden, da doch der wahrscheinliche Fehler selbst so große Schwankungen zeigt? (Vergl. Tabelle 2 und 3.)

Da man mit den durch die Praxis gegebenen Verhältnissen zu rechnen hat, kann hier nur die praktische Vereinbarung zum Ziele führen, und die könnte vielleicht folgenden Weg einschlagen:

Nach Maßgabe von Tab. 2 und 3 müßte durch eine noch viel größere Zahl von Versuchsreihen festgestellt werden, wie groß der wahrscheinliche Fehler bei sachgemäßer Versuchshandhabung etwa werden darf. Wird diese Grenze, beispielsweise zu 5 % beim Zugversuch und 3 % beim Druckversuch angenommen, so wären alle Ergebnisse von der Mittelbildung auszuschließen, die um mehr als ± 4 r oder ± 5 r, d. h. um mehr als 20 oder 25 % beim Zugversuch und um mehr als 12 oder 15 % beim Druckversuch vom Mittelwerth abweichen. Da aber durch die Verminderung der Zahl der zum Mittelwerth herangezogenen Versuchsergebnisse die Zuverlässigkeit des Mittels vermindert wird, so sollte man gerechter Weise bestimmen, daß jedes ausgeschlossene Ergebniß durch ein neues ersetzt werden muß, sodaß das Mittel immer aus der gleichen Anzahl von Einzelwerthen (10 oder 5) zu bilden ist. Dies ist auch aus dem Grunde gerecht, weil starke Abweichung, wie mehrfach hervorgehoben, nicht durch den Zufall, sondern durch mangelhaftes Material und Versuchsfehler (ungleichmäßige Arbeit, mangelhafte Uebung, Ungeschicklichkeit u. s. w.) bedingt sind. Die aus der Vergrößerung des Prüfungsumfanges erwachsende Mehrarbeit und Kosten sind im letzteren Falle gerechter Weise der Stelle aufzuerlegen, die von dem Ausschluß der Einzelwerthe Gebrauch machen muß, um ihre Arbeit auf den normalen Zuverlässigkeitsgrad zu bringen. Weil die auszuschließenden Ergebnisse wichtig für die Beurtheilung der Zuverlässigkeit der Versuchshandhabung sind, soll man unbedingt darauf bestehen, daß alle Werthe, auch die von der Mittelbildung ausgeschlossenen, mit in das Prüfungszeugniß aufgenommen werden [1]).

Um ein Bild von der Wirkung des Ausschlusses zu geben, möchte ich aus der Reihe,

[1]) Um nicht mißverstanden zu werden, muß ich hier nochmals auf den Grenzfall in Fig. 3 und Fig. 4 (untere Linie) verweisen. In diesem Falle lag offenbar keine mangelhafte Versuchshandhabung vor, sondern die Ursache der starken Abweichungen lag im Cement. In solchen Fällen wird man selbstverständlich die erkannten Ursachen im Zeugniß angeben müssen.

Tabelle 4. Zusammenstellung der wahrscheinlichen Fehler

Laufende Nr.			1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Antrag Nr.	17	21	22	26	27	841	850	31	40
		Jahr	95	95	95	95	95	97	97	95	95
Beobachter A	7 Tage	Mittel σ B = kg/qcm	13,2	19,7	13,5	13,9	16,4	13,6	17,3	22,8	19,7
		Fehler $\pm$ r = %	5,0	3,6	3,5	6,8	6,3	6,1	4,0	3,3	5,0
		$\triangle$ min. = % —	10	8	7	14	15	10	8	9	8
		$\triangle$ max. = % +	14	7	12	15	10	15	8	6	13
	28 Tage	Mittel σ B = kg/qcm	16,6	23,7	21,8	18,5	20,7	20,1	24,6	31,9	22,8
		Fehler $\pm$ r = %	4,5	3,5	3,5	2,7	4,1	5,4	2,6	5,4	5,3
		$\triangle$ min. = % —	13	6	8	4	10	16	5	12	9
		$\triangle$ max. = % +	10	10	5	6	8	11	6	10	12
		Antrag Nr.	1024/2	1000	1001	998	992	881	964	966	973
		Jahr	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Beobachter B	7 Tage	Mittel σ B = kg/qcm	15,1	14,9	14,8	19,1	20,6	16,6	14,2	24,1	28,4
		Fehler $\pm$ r = %	1,8	5,9	4,6	3,7	2,1	4,4	4,3	4,0	4,5
		$\triangle$ min. = % —	4	10	13	8	4	8	11	6	12
		$\triangle$ max. = % +	4	15	12	7	4	10	6	10	6
	28 Tage	Mittel σ B = kg/qcm	19,9	21,3	17,4	24,8	26,6	24,6	18,8	25,0	31,0
		Fehler $\pm$ r = %	3,3	4,2	4,0	2,7	5,4	5,6	3,7	3,3	6,3
		$\triangle$ min. = % —	8	6	8	6	8	10	8	5	15
		$\triangle$ max. = % +	6	14	8	6	14	16	12	7	11
		Antrag Nr.	1115/10	1115/9	1115/8	1564	1560	1500	1529	1558	1559
		Jahr	98	98	98	99	99	99	99	99	99
Beobachter C	7 Tage	Mittel σ B = kg/qcm	16,6	15,7	16,6	12,9	16,8	15,2	6,5	12,9	16,0
		Fehler $\pm$ r = %	4,2	4,1	4,8	3,1	2,2	3,7	5,3	4,6	4,5
		$\triangle$ min. = % —	8	8	10	7	5	5	8	12	6
		$\triangle$ max. = % +	8	8	11	7	5	12	14	10	13
	28 Tage	Mittel σ B = kg/qcm	20,6	21,8	21,2	17,6	21,5	20,0	10,6	15,9	22,9
		Fehler $\pm$ r = %	4,2	7,0	3,3	2,4	3,1	3,2	5,7	2,4	3,5
		$\triangle$ min. = % —	10	13	7	4	5	8	13	5	10
		$\triangle$ max. = % +	8	14	8	8	8	7	10	4	7
		Antrag Nr.	8826	8827	8902	8906	8907	8962	8966	8967	9024
		Jahr	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Beobachter D	7 Tage	Mittel σ B = kg/qcm	15,5	18,5	23,1	12,7	15,9	21,3	17,8	7,5	13,3
		Fehler $\pm$ r = %	4,6	3,9	3,4	4,8	4,0	5,4	3,7	4,6	4,8
		$\triangle$ min. = % —	10	8	7	6	6	9	9	10	8
		$\triangle$ max. = % +	13	10	6	14	13	9	7	8	12
	28 Tage	Mittel σ B = kg/qcm	20,9	23,2	25,3	15,9	19,0	25,2	22,3	12,7	20,9
		Fehler $\pm$ r = %	3,7	3,0	4,6	3,5	3,8	3,0	5,0	5,6	4,5
		$\triangle$ min. = % —	8	5	9	9	5	8	10	10	9
		$\triangle$ max. = % +	8	8	11	7	10	5	10	14	12

die die Tabelle 4 lieferte, die in Frage kommenden Fälle aufführen unter der Voraussetzung, daß der Ausschluß auf die Grenzen $\pm$ 25, 20, 15 und 10 % beim Zugversuch und $\pm$ 15, 12, 9 und 6 % beim Druckversuch gelegt werden.

	Zahl der ausgeschlossenen Werthe von je 800 Fällen beim Zugversuch			Zahl der ausgeschlossenen Werthe von je 800 Fällen beim Druckversuch		
		7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage
Grenzen:	— 25 %	0	0	Grenzen: — 15 %	0	0
	— 20 „	0	0	— 12 „	1	0
	— 15 „	1	2	— 9 „	3	2
	— 10 „	28	17	— 6 „	36	22

und der Grenzwerthe von 160 Versuchsreihen (Zugversuche).

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
47 95	48 95	52 95	63 95	64 95	68 95	74 95	76 95	84 95	87 95	114 95	Mittelwerthe ± r
17,3 3,8 9 8	18,4 5,5 13 12	18,5 5,0 15 6	14,1 3,5 8 6	15,0 5,0 8 16	18,4 2,3 5 6	18,8 3,4 6 9	14,8 4,9 9 16	20,0 5,7 9 18	14,6 4,6 9 10	13,1 5,2 15 11	4,63
21,6 2,4 4 5	23,4 5,5 12 12	24,0 3,3 9 5	18,9 2,6 5 6	20,2 3,6 6 12	24,3 5,3 12 15	23,9 6,1 10 17	18,8 4,0 7 6	23,9 3,7 8 10	19,2 4,8 9 9	18,3 5,9 11 14	4,21
983 98	1404 99	1408 99	1411 99	1448 99	1449 99	1452 99	1460 99	1384/3 99	1384/7 99	1384/9 99	
20,0 5,0 8 14	10,9 6,9 15 16	12,4 5,7 14 15	13,8 5,4 11 12	11,8 4,7 9 16	24,1 4,4 14 6	10,2 5,0 15 14	14,6 6,0 12 14	15,7 4,0 10 6	14,5 5,8 17 8	17,3 7,1 15 17	4,77
24,2 4,3 11 8	16,1 6,1 19 16	28,3 2,9 6 9	20,3 4,2 10 8	16,6 3,1 4 12	25,2 3,2 4 11	13,7 3,3 5 12	16,8 3,7 7 11	20,6 2,3 5 5	17,5 3,6 7 10	20,9 2,0 3 6	3,86
1560 99	1564 99	1582 99	1585 99	1587 99	1588 99	1384/20 99	1384/21 99	1384/22 99	1384/23 99	1384/24 99	
16,8 2,1 5 5	12,9 3,1 7 7	20,5 3,0 8 6	14,6 2,9 5 7	20,3 3,4 9 7	20,6 3,3 8 7	18,7 4,6 8 12	15,4 5,7 13 13	17,0 3,2 5 8	16,2 3,3 9 7	14,4 4,0 8 9	3,76
21,5 3,2 7 8	17,6 1,7 4 3	24,1 2,4 5 5	26,9 3,4 4 13	25,4 2,6 6 6	23,8 3,3 7 7	22,2 3,8 11 9	21,6 3,3 10 4	19,6 3,3 5 9	22,2 2,5 5 6	19,6 4,0 8 9	3,42
9191 91	9236 91	9252 91	9270 91	9327 91	9328 91	8917 90	8918 90	8929 91	8930 90	8936 90	
20,4 3,7 9 8	13,2 4,5 9 14	12,4 2,9 7 6	20,0 4,6 10 9	14,5 4,3 10 9	13,6 4,6 9 7	18,3 3,5 9 6	14,4 4,0 10 10	13,6 4,5 12 7	20,8 2,6 6 6	17,9 5,0 11 9	4,17
25,2 5,3 11 10	16,9 2,8 6 6	17,8 2,6 6 6	24,1 4,7 9 8	20,1 6,7 10 22	19,6 4,2 8 10	20,8 4,1 10 8	21,3 3,5 9 9	17,7 4,6 10 13	28,8 4,3 8 8	23,2 2,8 6 6	4,12

Zahl der ausgeschlossenen Werthe von je 800 Fällen

	beim Zugversuch			beim Druckversuch	
	7 Tage	28 Tage		7 Tage	28 Tage
+ 10 %	37	27	+ 6 %	30	30
+ 15 „	7	4	+ 9 „	10	3
+ 20 „	0	1	+ 12 „	4	0
+ 25 „	0	0	+ 15 „	0	0

Man sieht, daß im allgemeinen eine größere Zahl von zu hohen Werthen zum Ausschluß kommen würde. Der Mittelwerth würde also durch den Ausschluß durchschnittlich, wenn auch nur sehr wenig, nach unten gedrängt werden.

Man mag nun über die Zweckmäßigkeit des Ausschlusses denken wie man will, jedenfalls ist es, wie die Zahlenreihen zeigen, durchaus unzulässig, den Ausschluß einzig und allein auf die zu kleinen Werthe zu erstrecken, weil hierdurch der Mittelwerth in ungerechtfertigter Weise nach oben geschoben wird.

Wenn wirklich zuträfe, was zur Rechtfertigung des Ausschlusses der niedrigen Einzelwerthe oft angeführt wurde, daß nämlich die Probenherstellung das Ergebniß nur einseitig nach unten hin beeinflussen könne, so müßten die Häufigkeitskurven (Fig. 4) alle einseitige Gestalt haben und mit dem größten Theil ihrer Fläche links von der Nulllinie liegen.

Noch auf einen andern Punkt möchte ich eingehen. Man benutzt vielfach, und zwar auch von wissenschaftlicher Seite, die Unterschiede zwischen den kleinsten und größten Einzelwerthen oder ihre Abweichungen vom Mittel als Maßstab für die Beurtheilung der Versuchsreihen. Ich habe diesen Maßstab meinen Tabellen zugefügt, um praktisch vor Augen zu führen, wie wenig er taugt.

Aus den theoretischen Erörterungen am Anfang und aus den Häufigkeitskurven geht klar und deutlich hervor, daß die Grenzwerthe der Reihen einen ganz verschiedenen Grad von Wahrscheinlichkeit haben, daß sie sehr stark vom Zufall beeinflußt sind und daher keinen sicheren Maßstab bieten können. Man sollte also bei dem von der Wissenschaft als Maßstab für den Zuverlässigkeitsgrad benutzten wahrscheinlichen Fehler stehen bleiben. Ganz besonders aber sollte man sich bei solchen rohen Versuchen, wie es die Cementprüfungen nun einmal sind, davor hüten, dem Mittelwerth aus einer kleinen Versuchsreihe, namentlich bei wissenschaftlichen Forschungen, einen gar zu großen Werth beizumessen. In diesem Falle kann wirklich nur die Masse einen sicheren Maßstab für unser Urtheil bringen. Selbstverständlich wird man vor ihrer Benutzung den Werth der Masse zu prüfen haben; hierfür giebt unser Ausgangspunkt, das Ergebniß mit dem Steinbrück-Mischer, einen beachtenswerthen Fingerzeig.

---

6. Prüfung der Druckfestigkeit von Beton.

Vom Direktor, Professor A. Martens.

Aus Anlaß von Verhandlungen mit dem Vorstande des Deutschen Beton-Vereins gebe ich hiermit öffentlich die Anregung für die Herstellung einer Presse zur Prüfung der Druckfestigkeit von Beton. Diese Anregung verdankt der Erwägung ihre Entstehung, daß es wünschenswerth erscheint, die Beurtheilung des Betons auf eine technisch und wirthschaftlich angelegte Grundlage zu stellen.

Bisher war es üblich, bei der Bauausführung die Mischungsverhältnisse zwischen Bindemittel, Sand, Kies und Steineinlage vorzuschreiben ohne Rücksicht auf die Eigenschaften dieser Bestandtheile und ohne Rücksicht auf die Vollkommenheit der Bearbeitung, die man dem Beton bei seiner Herstellung angedeihen lassen wollte. Auch auf den Umstand nahm man wenig Rücksicht, daß dieselbe Bindemittelmenge in demselben Betonmaterial und bei demselben Mischungsverhältniß, je nach den Eigenschaften und der Güte des Bindemittels, verschiedenen Erfolg hat. Unter diesen Umständen ist die vollkommene wirthschaftliche Ausnutzung der zur

Verfügung stehenden Materialien und der in der Herstellung von Beton erworbenen Geschicklichkeit und Erfahrung ausgeschlossen[1]).

Stehen die technischen Forderungen fest, die man an das Bauwerk stellen muß, d. h. ist erwogen worden, welche Festigkeit oder Dichtigkeit man von dem Beton von bestimmtem Alter fordern muß, so sollte man folgerichtig nur die Forderung stellen, daß zum Bau ein Material und eine Bearbeitungsweise verwandt wird, die diese Forderung und fernerhin einen guten Erhärtungsfortgang gewährleisten. Wenn diesem Vorschlage Folge gegeben werden kann, so steht es außer Frage, daß hiermit der Weg zu einer weitgehenden Verbesserung in der Ausnutzung unserer Bindemittel und der Betonmaterialien, sowie zur stetigen Vervollkommnung unserer Arbeitsweisen vorgezeichnet ist. Dieser Weg scheint aber gangbar zu sein, wenn es gelingt, für die Betonmaterialien und für den fertigen Beton selbst Prüfungsverfahren zu finden, die sicher und möglichst schnell Gewißheit über die Erfüllung der Festigkeitsforderungen liefern.

Die Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt hat in den letzten Jahren große Reihen von Versuchen mit Beton in zahlreichen Mischungen und mit sehr verschiedenen Materialien ausgeführt, über die demnächst in den „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten" berichtet werden wird. Die Versuchsanstalt hat dabei die ja auch auf der Hand liegende Erfahrung gemacht, daß es für die Beurtheilung von Beton nothwendig ist, die Druckversuche mit möglichst großen Probekörpern auszuführen. Dies ist deswegen nothwendig, weil die Festigkeit unter sonst gleichen Umständen von dem Größenverhältniß zwischen dem Würfelkörper und den groben Bestandtheilen des Betons abhängt, besonders aber auch, weil die Erhärtung in kleinen Körpern einen ganz anderen Fortgang nimmt als in großen, in denen er mehr demjenigen im Bauwerk selbst nahe kommt, namentlich wenn die Aufbewahrung der Probekörper bis zur Prüfung entsprechend angeordnet wird.

Aus praktischen Gründen ist aber die Wahl der Würfelgröße beschränkt. Rechnet man mit einer oberen Festigkeitsgrenze von 300 kg/qcm, so wird man bei Würfeln mit

20 cm	Seitenlänge	120000 kg	Bruchlast
30 „	„	270000 „	„
40 „	„	480000 „	„

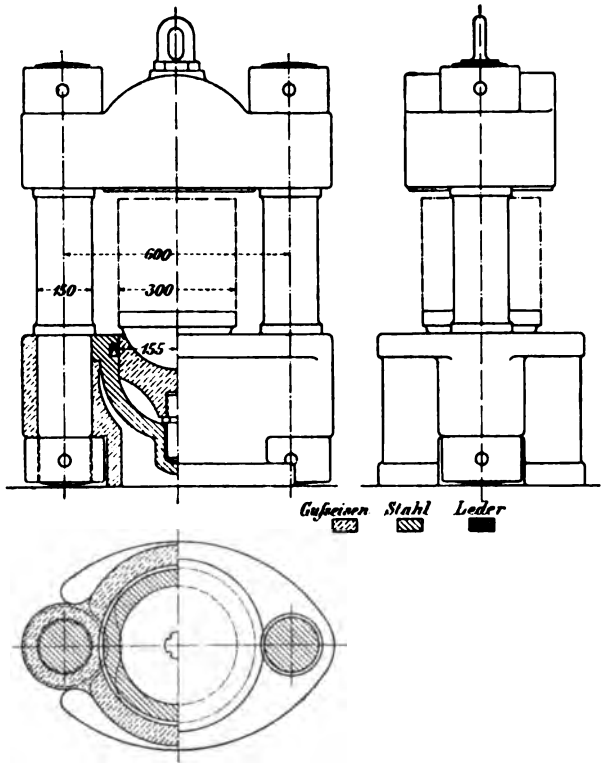
also erhebliche Kräfte für das Zerdrücken brauchen. Der Vorschlag, die Ausschreibungen für Betonbauwerke auf eine bestimmte Festigkeit in bestimmtem Alter zu gründen, hat aber mindestens mit der Voraussetzung zu rechnen, daß an möglichst vielen Stellen, womöglich auch auf allen großen Bauplätzen, Prüfungen vorgenommen werden können. Es fragt sich also vor weiterem Studium der Frage, ob es möglich sein wird, so starke Prüfungsmaschinen in solchen Gewichts- und Preislagen zu bauen, daß diese Voraussetzung praktisch erfüllbar ist.

Meine Anregung soll in erster Linie diese Frage in Fluß bringen, und ich will deswegen unter Anführung eines flüchtigen von mir aufgestellten Entwurfes unsere Maschinenfabriken auffordern, dem deutschen Betonverein zu Händen seines Vorsitzenden, Herrn Eugen Dyckerhoff in Biebrich a. Rh., oder der Versuchsanstalt in Charlottenburg Angebote für die Lieferung von möglichst einfachen und billigen Pressen zu machen. Zur Förderung der Sache bin ich selbstverständlich Jedem gern zu weiterer Auskunft verfügbar.

Beim Druckversuch zu praktischen Zwecken der vorgenannten Art kann die Wage für die Kraftmessung ganz fortfallen. Es genügt vollkommen, wenn man bei Anwendung von ledernen Dichtungsstulpen den Wasserdruck im Cylinder der hydraulischen Presse mittelst

[1]) Diese Fragen hat übrigens auch der Abtheilungsvorsteher Gary schon in seinem Vortrage „Wie prüft man Beton?" im Deutschen Beton-Verein eingehend behandelt. (Thonindustriezeitung 1900, S. 421.)

eines guten geprüften Doppelmanometers feststellt und hieraus mit der Kolbenfläche die Bruchlast bestimmt. Da bei hohen Drucken die Stulpenreibung fast immer unter 1 v. H. bleibt, so wird der Fehler des Ergebnisses immer innerhalb der praktisch noch sehr wohl zulässigen Grenzen von $\pm 2{,}5$ v. H. liegen, so lange beide Manometer gleiche Anzeigen liefern. Voraussetzung ist dabei, daß die Zuleitungsrohre zum Manometer kurz und hinreichend weit sind[1]). Der Kolbenweg kann sehr gering sein, denn zur Zerstörung eines großen Betonwürfels von 40 cm Seite war nach dem satten Anliegen aller Flächen immer nur ein Weg von wenigen Millimetern erforderlich. Nur der gelegentliche Ausgleich von Höhenunterschieden in den Probekörpern macht einen Kolbenweg von etwa 5 cm wünschenswerth.



Abbild. 1 bis 3.

Aus praktischen Gründen, die in der Beschaffung einer ausreichenden Zahl von Formen, in der Probenherstellung, Probenlagerung und der etwa nothwendigen Versendung zur Prüfungsstelle liegen, wird man wohl nicht über Würfel von 30 cm Seite hinausgehen. Unter diesen Werth zu gehen wird man aus den oben schon angeführten Gründen möglichst vermeiden. Der Entwurf der Maschine sollte also die Kraftleistung von 300000 kg in Aussicht nehmen.

In Abbildung 1 bis 3 habe ich im Maßstabe 1 : 15 eine Presse für diese Leistung von 300000 kg und 30 cm Würfelgröße dargestellt, die mit 400 Atm. Wasserdruck zu betreiben ist, der von einer Handpumpe zu liefern wäre. Der Cylinder ist aus Stahlguß, mit gußeisernem Kolben. Der Kolben bekommt unten im Cylinder eine Führung, die so eingerichtet ist, daß das Druckwasser auch unter den Führungsstempel dringt und so die ganze Cylinderfläche nutzbar macht. Der Kolben trägt die in dickem Oel liegende Halbkugel zum Einstellen der Druckfläche. Das Gewicht der Maschine würde rund 1700 kg, und zwar 1200 kg Gußeisen und 500 kg Stahl oder Stahlguß betragen. Da bei Einführung der Lieferung nach vorgeschriebener Festigkeit der Bedarf an solchen Druckpressen ziemlich groß werden dürfte, so kann man erwarten, daß die Kosten für die Maschine nicht zu hoch und für jedes große Betonwerk sowie für große Bauten sehr wohl erschwinglich sein werden.

Für die Herstellung der Probewürfel werden auseinandernehmbare Formen nothwendig werden, die man entweder aus mit Eisenblech beschlagenen Holzplatten zusammensetzen oder

[1]) Weiteres siehe A. Martens: Handbuch der Materialienkunde für den Maschinenbau. I. Berlin 1898. Julius Springer.

aus Gußeisen herstellen kann. Da es auf große Genauigkeit in den Würfelabmessungen nicht ankommt und man die beiden Druckflächen ohnehin mit Cementmörtel abgleichen und ebnen muß, so brauchen sauber gegossene Platten für die Würfelform nur glatt gemacht zu werden, damit der Beton losläßt. Man wird die Form so einrichten, daß die Platten mit umlegbaren Schrauben mit wenigen Griffen auf einer Grundplatte schnell befestigt und gelöst werden können, wobei eine aufgegossene geringe Erhöhung von 30 · 30 cm Grundfläche als Anschlag dienen mag. Die Seitenwände würden außerdem durch je eine in der Mitte der senkrechten Würfelkanten liegende Schraube zusammengehalten. Auch diese Schrauben wird man, vielleicht in Schlitzen, so anbringen, daß sich die Form mit wenig Handgriffen leicht schließen und öffnen läßt.

Die umfangreichen Prüfungen der Versuchsanstalt an großen Probekörpern von 40 cm Seitenlänge und die hierbei von den Auftraggebern eingeschlagenen Wege liefern zwar schon Anhaltspunkte für das vorgeschlagene Verfahren, die Festigkeit zum Ausgangspunkt für die Bauvorschriften zu machen, aber es wird doch nothwendig sein, eine wesentlich breitere Grundlage herzustellen, auf der man bestimmte Vorschläge aufbauen kann. Deswegen möchte ich bei den großen Betonwerken und bei den Baubehörden anregen, daß schon jetzt während der Bauausführung die Betonmaterialien und Probekörper aus dem Beton planmäßig geprüft und die angewandten Verfahren nebst den Ergebnissen ausgiebig veröffentlicht werden. Dadurch würde eine sehr wirksame Anregung zur Vervollkommnung der Verfahren gegeben und zugleich gezeigt werden, was man von einem guten Beton für verschiedene Bauzwecke verlangen darf.

---

7. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung.

Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

Quittungskarten-Carton.

Der Carton, welcher zur Herstellung von Quittungskarten für die Invaliditäts- und Altersversicherung dient, muß zur Zeit bekanntlich folgenden Bedingungen entsprechen[1]):

Mittlere Reißlänge mindestens 4500 m, mittlere Dehnung mindestens 4 %, Aschengehalt höchstens 4 %. Stoffzusammensetzung: Cellulose (höchstens 50 %), Leinen, Baumwolle. Der Leinengehalt muß den Baumwollgehalt um mindestens 5 % überwiegen. Gewicht: 277—283 g. Färbung: Bleichromat und Eisenoxyd.

Nach Bekanntgabe der für Reißlänge und Dehnung geforderten Werthe wurde vielfach die Ansicht ausgesprochen, daß bei einem so schweren Material eine Reißlänge von 4500 m kaum zu erreichen sei, und daß auch die Erzielung einer Dehnung von 4 % mit großen Schwierigkeiten verknüpft wäre; demgemäß sei zu erwarten, schloß man weiter, daß die Herstellung des Cartons ein Monopol für eine ganz kleine Anzahl von Fabriken werden würde.

Keine dieser Befürchtungen hat sich verwirklicht; der Quittungskarten-Carton wird heute in zahlreichen Fabriken hergestellt und unsere Papierindustrie hat bewiesen, daß sie die gestellte Aufgabe trotz aller Schwierigkeiten zu lösen vermochte.

Wenn heute, wie aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich ist, Cartons von mehr als 7000 m Reißlänge hergestellt werden, so ist dies ein schöner Beweis von der Leistungsfähigkeit unserer Papierfabriken und von dem Werth und der Bedeutung von Vorschriften für die Güte von Materialien.

Die nachstehende Zusammenstellung enthält die Ergebnisse sämmtlicher Festigkeitsprüfungen von Quittungskarten-Cartons, die seit dem Jahre 1893 ausgeführt worden sind.

Insgesammt wurden geprüft 102 Cartons, von denen 66 = 64,7 % die Bedingungen erfüllten, 36 = 35,3 % beanstandet werden mußten;

---

[1]) Centralblatt für das Deutsche Reich 1890, S. 175, 1893, S. 233, Reichsanzeiger 1898, Nr. 137.

bei 12 Cartons = 33,3 % war bei ausreichender Reißlänge die Dehnung zu klein,
„ 13 „ = 36,1 % „ „ „ Dehnung die Reißlänge „ „
„ 11 „ = 30,6 % waren Reißlänge und Dehnung zu klein.

Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen von 102 Quittungskarten-Cartons.

Lfde. Nr.	Maschinenr.		Querrichtung		Mittel		Feuchtigkeit	Lfde. Nr.	Maschinenr.		Querrichtung		Mittel		Feuchtigkeit
	Reißlänge m	Dehnung %	Reißlänge m	Dehnung %	Reißlänge m	Dehnung %	%		Reißlänge m	Dehnung %	Reißlänge m	Dehnung %	Reißlänge m	Dehnung %	%
	Nicht genügende							50	5700	3,0	3950	6,2	4825	4,6	7,1
								51	6200	2,3	3550	7,0	4875	4,7	7,1
1	3350	1,3	2440	3,3	2875	2,3	7,0	52	5950	2,6	3850	6,8	4900	4,7	6,7
2	3800	1,8	2520	4,3	3160	3,1	5,4	53	5800	2,4	4050	6,4	4925	4,4	8,0
3	3900	2,0	2650	4,5	3275	3,3	6,0	54	6100	2,6	3750	7,1	4925	4,9	7,3
4	4130.	2,3	2460	4,3	3295	3,3	4,8	55	5700	3,5	4150	6,9	4925	5,2	8,0
5	4200	1,9	2950	3,7	3575	2,8	6,3	56	6300	2,1	3600	6,4	4950	4,3	6,6
6	4600	2,9	2900	5,6	3750	4,3	6,5	57	5800	2,6	4100	6,6	4950	4,6	5,1
7	4690	0,9	3220	2,7	3955	1,8	5,8	58	5220	2,4	4730	6,6	4975	4,5	4,9
8	4750	2,4	3250	5,5	4000	4,0	6,9	59	6050	3,1	3900	6,1	4975	4,6	7,3
9	4950	2,6	3200	5,4	4075	4,0	6,6	60	6200	3,2	3750	6,3	4975	4,8	7,5
10	4780	2,3	3410	6,2	4095	4,3	6,0	61	5850	3,3	4150	0,2	5000	4,8	8,0
11	4550	1,7	3650	3,9	4100	2,8	5,6	62	6500	2,8	3500	4,1	5000	5,0	7,7
12	5200	2,3	3000	4,2	4100	3,3	6,5	63	6050	3,2	3950	8,2	5000	5,7	8,7
13	4950	2,4	3250	5,6	4100	4,0	7,6	64	5950	2,5	4100	5,4	5025	4,0	6,8
14	5000	2,6	3300	5,7	4150	4,2	6,6	65	6200	2,8	3850	6,6	5025	4,7	6,9
15	5050	2,7	3400	4,7	4225	3,7	6,7	66	6600	3,2	3500	5,8	5050	4,5	8,1
16	4650	3,0	3800	4,6	4225	3,8	6,4	67	6500	2,5	3650	6,4	5075	4,5	7,2
17	4850	2,1	3600	6,9	4225	4,5	7,9	68	6200	2,3	4000	6,0	5100	4,2	8,5
18	4350	2,2	4140	4,6	4245	3,4	6,0	69	6550	2,8	3700	5,6	5125	4,2	6,1
19	4350	3,0	4150	5,1	4250	4,1	5,7	70	6500	2,5	3750	6,0	5125	4,3	5,9
20	5000	3,4	3750	5,4	4375	4,4	6,5	71	5700	3,3	4550	5,7	5125	4,5	6,5
21	5300	3,2	3540	7,0	4420	5,1	6,5	72	6450	2,4	3800	7,3	5125	4,9	6,8
22	5100	3,3	3750	7,3	4425	5,3	8,2	73	6220	2,9	4050	6,6	5135	4,8	7,2
23	5450	2,3	3500	5,8	4475	4,1	6,6	74	5800	2,5	4500	7,0	5150	4,8	7,7
24	5550	2,6	3400	5,6	4475	4,1	7,4	75	5550	2,4	4810	5,5	5180	4,8	4,8
25	5400	2,2	3650	5,0	4525	3,6	5,7	76	6450	2,4	3950	5,5	5200	4,0	7,1
26	4690	2,2	4600	5,5	4645	3,9	4,9	77	6350	2,5	4050	6,0	5200	4,3	7,0
27	5490	2,6	3820	5,2	4655	3,9	6,3	78	5850	3,1	4550	6,6	5200	4,9	6,5
28	5550	2,4	3860	5,1	4705	3,8	6,6	79	6900	2,7	3520	6,2	5210	4,5	7,0
29	5660	2,4	3810	5,3	4735	3,9	7,0	80	6800	2,9	3650	8,1	5225	5,5	7,2
30	6060	1,9	3560	5,5	4810	3,7	6,2	81	7020	2,6	3460	5,8	5240	4,2	6,7
31	6000	2,4	3750	5,1	4875	3,8	6,3	82	6840	2,8	3670	5,5	5255	4,2	6,6
32	6150	2,2	3700	5,5	4925	3,9	7,0	83	6600	2,7	3950	6,7	5275	4,7	8,2
33	6440	2,3	3540	5,5	4990	3,9	5,9	84	6450	3,2	4150	6,3	5300	4,8	7,9
34	7030	2,5	3650	5,2	5340	3,9	6,9	85	6700	2,7	3950	6,1	5325	4,4	7,8
35	7000	2,4	3900	5,4	5450	3,9	6,9	86	6850	3,8	3800	7,0	5325	5,4	6,0
36	7540	2,4	4080	4,8	4810	3,6	6,3	87	3990	3,0	3670	6,6	5330	4,8	7,1
								88	6500	3,1	4200	6,2	5350	4,7	7,8
	Genügende							89	6700	3,1	4150	5,1	5425	4,1	7,2
37	5000	2,4	4050	5,5	4525	4,0	7,1	90	7050	3,0	3850	6,7	5450	4,9	8,2
38	5350	3,3	3730	4,8	4540	4,1	7,0	91	7190	2,9	3750	5,1	5470	4,0	7,1
39	5250	2,4	3850	6,5	4550	4,5	6,1	92	7140	2,8	3830	5,3	5485	4,1	6,8
40	5700	1,9	3500	7,3	4600	4,6	7,5	93	6650	2,5	4350	5,8	5500	4,2	6,1
41	5650	2,9	3570	5,7	4610	4,3	6,3	94	6900	2,7	4250	6,3	5575	4,5	5,5
42	5030	2,7	4240	6,9	4635	4,8	6,8	95	7350	2,6	3850	6,0	5600	4,3	7,4
43	5420	2,4	3870	5,8	4645	4,1	6,8	96	7150	3,0	4100	6,2	5625	4,6	7,6
44	5050	2,1	4250	6,0	4650	4,1	7,6	97	7450	2,6	3950	5,4	5700	4,0	6,5
45	6200	2,1	3100	7,6	4650	4,9	6,6	98	7440	3,0	4000	5,3	5720	4,2	7,7
46	5092	2,0	4263	6,1	4678	4,1	5,8	99	7650	3,3	4150	5,2	5900	4,3	7,6
47	5650	2,8	3850	5,9	4750	4,4	6,8	100	7800	2,5	4550	5,8	6175	4,2	7,5
48	6200	2,3	3350	6,3	4745	4,3	6,1	101	9250	2,2	4200	6,2	6725	4,2	7,7
49	5850	2,8	3750	6,9	4800	4,9	6,3	102	8500	2,4	6700	7,2	7600	4,8	7,5

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.
Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVIII. Jahrgang. 1900. Drittes Heft.

1. Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit von Seildrähten gegen Rosten.

Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Prof. M. Rudeloff.

Ein unterschlägiges Förderseil, welches in einem ausziehenden, durch eine Dampfleitung erwärmten Schacht, dessen Wasser nicht sauer waren, im Betrieb gestanden hatte, war vorzeitig dadurch schadhaft geworden, daß die Seildrähte stark rosteten und brachen. Fig. 1 a—c zeigt das Aussehen von drei an verschiedenen Stellen aus dem Seil entnommenen Abschnitten, und zwar stammte:

a aus dem Theil, welcher bei aufgewickeltem Seil zwischen Maschine und Seilscheibe gelegen hatte und den Witterungseinflüssen am meisten ausgesetzt war;

b aus der Seilmitte und

c aus dem Ende, welches stets auf der Seiltrommel liegen geblieben, also am wenigsten beansprucht und stets unter Dach gewesen war.

Fig. 1 a—c.

Wie ersichtlich ist, war der Abschnitt a am meisten beschädigt. Da nun bei diesem Seil während des Betriebes dieselben Verhältnisse vorgelegen hatten wie früher und wie bei den anderen Schächten derselben Berginspektion, so glaubte letztere, die Ursache des schnellen Schadhaftwerdens dieses einen Seiles in fehlerhaftem Material oder in dessen Verarbeitung suchen zu sollen und beantragte bei der Versuchsanstalt die Untersuchung daraufhin, ob

1. die Drähte von vorneherein spröde waren oder erst durch das Rosten brüchig geworden waren und

2. ob das Material der Drähte in auffallender Weise zum Rosten neigte.

A. Untersuchung der Drähte des Förderseiles auf Brüchigkeit.

Aus jedem der 3, eingangs unter a—c genannten Seilabschnitte von 950 mm Länge wurden 3 Deck-Drähte ausgelöst und im Anlieferungszustande auf Zugfestigkeit, Biegbarkeit[1]) und Verwindungsfähigkeit[2]) geprüft.

Die Versuchsergebnisse sind in Tab. 1 zusammengestellt. Tab. 2 giebt ferner die Verhältnißzahlen für die mittleren Festigkeitseigenschaften der Drähte aus den drei Seilabschnitten. Bei ihrer Berechnung wurden die Werthe für die Drähte aus dem am wenigsten gerosteten Abschnitt c gleich 100 gesetzt.

Tabelle 1. **Festigkeitseigenschaften der Drähte aus den drei Seilabschnitten im Anlieferungszustande.**

Seilabschnitt a war am stärksten, Abschnitt c nur wenig gerostet.

Probe		Abmessungen		Zugversuche		Anzahl der Biegungen bis zum Bruch	Anzahl der Verwindungen bis zum Bruch
				Bruchlast			
Nr.	entnommen aus Seilabschnitt	Durchmesser mm	Querschnitt qmm	Gesammt kg	kg/qmm		
1	a	1,85	2,69	310	115,2	4,0	1,3
2		1,85	2,69	325	120,8	5,5	2,5
3		1,85	2,69	330	122,7	8,5	0,5
Mittel		—	—	**322**	**119,6**	**6,0**	**1,4**
4	b	1,90	2,84	360	126,8	12,0	1,8
5		1,85	2,69	370	137,5	10,0	2,0
6		1,90	2,84	380	133,8	9,5	3,8
Mittel		—	—	**370**	**132,7**	**10,5**	**2,5**
7	c	1,95	2,99	405	135,5	14,5	37,0
8		1,95	2,99	415	138,9	12,5	35,0
9		1,95	2,99	435	145,5	16,0	56,0
Mittel		—	—	**418**	**140,0**	**14,3**	**43,0**

Nach Tab. 1 ertrugen die Drähte aus dem Abschnitt c, welche ihre ursprünglichen Eigenschaften im Betriebe bewahrt haben dürften, da dieser Seilabschnitt stets auf der Seiltrommel geblieben war, 14 Biegungen bis zum Bruch.

Die allgemeinen Bergpolizei-Verordnungen des Königl. Oberbergamtes zu Dortmund fordern für Drähte bis zu 2 mm Durchmesser, wie ihn die untersuchten Drähte besitzen, 8 Biegungen.

Hiernach können die Drähte des Seilabschnittes c und demnach die Drähte des Seiles im **ursprünglichen Zustande** als für Seildrähte hinreichend biegbar und nicht als spröde angesehen werden.

Die Drähte der Abschnitte b und a ergeben sowohl für die Zugfestigkeit, als auch für die Biegbarkeit und Verwindungsfähigkeit geringere Werthe als diejenigen aus dem Abschnitt c,

[1]) Durch Hin- und Herbiegen um je 90 Grad bei 5 mm Krümmungshalbmesser.

[2]) Bestimmt wurde die Anzahl der Verwindungen auf 150 mm Länge.

und zwar war die Abnahme bei den Drähten aus dem Abschnitt a größer als bei denen aus dem Abschnitt b.

Nach Tab. 2 besaßen die Drähte b um 5% und die Drähte a um 10% geringeren Querschnitt als die Drähte c.

Tabelle 2. **Verhältnißzahlen für die mittleren Festigkeitseigenschaften der Drähte aus den drei Seilabschnitten.**

Die Werthe für die Drähte aus dem am wenigsten gerosteten Abschnitt c gleich 100 gesetzt.

Drähte entnommen aus Abschnitt	Zugfestigkeit		Anzahl der Biegungen	Anzahl der Verwindungen	Querschnitt
	Gesammt P_B	Spannung σ_B	B	V	
a	77	81	42	33	90
b	89	95	73	58	95
c	100	100	100	100	100

Betrachtet man diese Querschnittsabnahme als Maß für den Grad des Rostens und bringt man letzteren zu den Veränderungen der Festigkeitseigenschaften in Beziehung, indem man die Querschnittsabnahme als Abscissen und die Verhältnißzahlen für die Festigkeitseigenschaften (s. Tab. 2) als Ordinaten aufträgt, so ergeben sich die Schaulinien Fig. 2. Ihr Verlauf zeigt,

daß die Festigkeit und auch die Biegungs- und Verwindungszahlen der Drähte annähernd proportional mit zunehmendem Grade des Rostens abnahmen.

Am stärksten äußerte sich der Einfluß des Rostens in der Verwindungszahl V und am schwächsten in der Zugfestigkeit σ_B. Diese Beobachtung deckt sich mit derjenigen von Hughes, Roberts und Ledebur, welche bei ihren Untersuchungen an gebeizten und an im Freien gelagerten Drähten erhebliche Verminderung der Biegungszahlen feststellten, ohne daß die Zugfestigkeit des Materials nennenswerthe Einbuße erlitten hatte[1]).

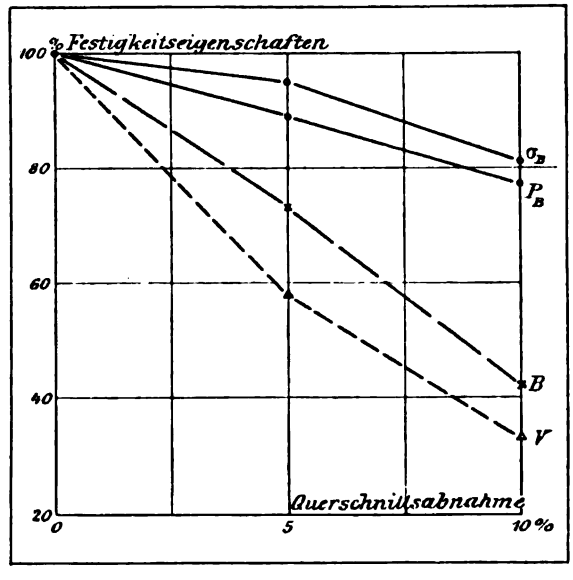


Fig. 2.

Ledebur hatte seine Drähte, bevor sie ins Freie gelegt wurden, an dem einen Ende mit Zink umgossen, und hierdurch erreicht, „daß eine Beschädigung der Drähte durch das Rosten nicht stattfand" und die Veränderungen in den Festigkeitseigenschaften daher lediglich auf die unmittelbare Einwirkung der Feuchtigkeit und Kohlensäure der Luft zurückgeführt

[1]) „Stahl und Eisen" 1887, S. 681.

werden konnte[1]). Die zu der vorliegenden Untersuchung verwendeten Seildrähte waren dagegen durch Rost stark beschädigt, und zwar waren sie nicht gleichmäßig abgerostet, sondern zeigten zahlreiche mehr oder weniger tiefe Roststellen (s. Fig. 1a[2])). Diese ungleichmäßige Beschädigung oder Querschnittsschwächung kann das Ergebniß der Festigkeitsuntersuchungen wie folgt beeinflussen.

Beim Zerreißversuch wirken die durch Rost veranlaßten Vertiefungen ähnlich wie Einkerbungen. Von letzteren ist bekannt[3]), daß sie die Zugfestigkeit des Stabes, bezogen auf den Querschnitt an der Einkerbstelle, erhöhen. So fand ich z. B. für Flußeisen, welches an längeren cylindrischen Stäben von 15 mm Durchmesser 54 kg/qmm Bruchfestigkeit ergeben hatte, 74 kg/qmm Bruchfestigkeit, wenn die Stäbe von 23 mm Durchmesser mit einer ringsumlaufenden, 4 mm tiefen und am Grunde nach 4 mm Halbmesser abgerundeten Einkerbung versehen wurden[4]). Die Festigkeitserhöhung in Folge Einkerbung betrug somit 37%. Wenn nun auch nicht feststeht, daß Material von den Eigenschaften der untersuchten Drähte ($\sigma_B = 140$ kg/qmm) an eingekerbten Proben ebenfalls höhere Bruchspannungen liefert als an längeren cylindrischen Stücken, so ist dies doch wahrscheinlich.

Bei der Biegeprobe werden cylindrische Proben innerhalb des gebogenen Theiles überall gleich beansprucht, sofern man von der Wirkung der Einspannung absieht. Haben aber die Proben örtliche Querschnittsschwächungen, so werden die geschwächten Stellen überanstrengt; die Proben knicken an diesen Stellen gleichsam ein und ertragen weniger Hin- und Herbiegungen als cylindrische Stücke.

Bei den Verwindungsproben sind die Spannungen in den durch Abrosten geschwächten Querschnitten ebenfalls größer als an den Stellen mit vollem Querschnitt. Die letzteren nehmen an der Verwindung wenig oder garnicht Antheil und die Zahl der Verwindungen bis zum Bruch fällt geringer aus.

Bei der Verwindungs- und Biegeprobe mit gerosteten Drähten tritt also der Einfluß der örtlichen Querschnittsschwächung zu dem schädigenden Einfluß, den das Rosten auf die Eigenschaften des Materials ausübte, noch hinzu, während der Materialverlust durch Rosten beim Zugversuch eine Erhöhung der Festigkeit des verletzten Querschnittes herbeiführen kann. Vielleicht ist auch hiermit zu erklären, daß die Folgen des Rostens weniger in verminderter Zugfestigkeit der Drähte zu Tage treten als in der Abnahme der Biegungs- und Verwindungszahlen.

Um nun festzustellen, ob der beim Zugversuch wahrnehmbare Einfluß des Rostens mehr auf Zerstörung der Oberflächenschichten beruht oder sich auch bis ins Innere des Drahtes erstreckt, ließ ich zunächst von den Deckdrähten des Seilabschnittes a an stark gerosteten Stellen 10 weitere Proben entnehmen und in der Mitte auf etwa 30 mm Länge ringsum soweit abfeilen, daß keine Roststellen mehr wahrzunehmen waren. Der mittlere Durchmesser betrug nun noch 1,15 mm. Hierauf wurden 10 wenig oder gar nicht gerostete

---

[1]) Nach der zuerst von Hughes ausgesprochenen Ansicht beruht das Brüchigwerden der Drähte auf der Aufnahme von Wasserstoff durch das Eisen. Beim Rosten entsteht der Wasserstoff dadurch, daß das Wasser bei Einwirkung von Kohlensäure und Wasser auf das Eisen zerlegt wird.

[2]) „Die Prüfung des am 21. Dezember 1882 auf der Steinkohlenzeche Fürst Hardenberg gebrochenen Förderseiles. Bericht des Ingenieurs Martens über die mikroskopische Untersuchung des Förderseiles." Mittheilungen 1884, S. 24.

[3]) Bach „Elasticität und Festigkeit", S. 24.

[4]) Baumaterialienkunde 1899, S. 85. „Beitrag zum Studium des Bruchaussehens zerrissener Stäbe."

Abſchnitte von Drähten aus dem Seil b ebenfalls durch Abfeilen hergerichtet. Der erzielte mittlere Durchmeſſer betrug 1,11 mm. Alle 20 Drähte wurden auf Zugfeſtigkeit geprüft. Die erzielten Ergebniſſe ſind in Tab. 3 zuſammengeſtellt. Nach ihnen betrug die Zugfeſtigkeit der Proben aus den ſtark geroſteten Drähten 137 kg/qmm und die der wenig oder garnicht geroſteten Drähte 130 kg/qmm.

Tabelle 3. **Einfluß des Roſtens auf die Zugfeſtigkeit des Materials im Inneren der Drähte.**

Je 10 ſtark geroſtete Drähte aus dem Seil a und wenig oder garnicht geroſtete Drähte aus dem Seil b wurden auf 1,15 und 1,11 mittleren Durchmeſſer abgefeilt.

Verſuch Nr.	Drähte aus dem Seil	Mittlere Abmeſſungen		Zugfeſtigkeit	
		Durchmeſſer mm	Querſchnitt qmm	Geſammt kg	kg/qmm
1	a ſtark geroſtet	1,13	1,00	129	129
2		1,13	1,00	142	142
3		1,14	1,01	139	138
4		1,11	0,97	127	131
5		1,15	1,02	145	142
6		1,11	0,97	144	148
7		1,04	0,85	105	124
8		1,14	1,01	127	126
9		1,09	0,94	150	159
10		1,06	0,88	117	133
Mittel		1,11	—	—	137
1	b nahezu roſtfrei	1,18	1,09	126	116
2		1,11	0,97	121	125
3		1,19	1,11	137	123
4		1,17	1,07	135	126
5		1,07	0,90	119	132
6		1,16	1,03	149	145
7		1,09	0,94	135	144
8		1,15	1,02	139	136
9		1,17	1,07	135	126
10		1,16	1,03	133	129
Mittel		1,15	—	—	130

Bei Beurtheilung dieſer Werthe iſt in Betracht zu ziehen, daß es nicht gelungen war, beim Befeilen vollkommen kreisrunden Querſchnitt der Proben zu erzielen. Den Querſchnittsbeſtimmungen haften daher Fehler an, die bei der geringen Größe der Querſchnitte immerhin ins Gewicht fallen, wenn ſie auch dadurch auf ein möglichſt geringes Maß gebracht ſind, daß für jede Probe an 5 Stellen zwei ſenkrecht zu einander ſtehende Durchmeſſer ermittelt und bei der Berechnung der Bruchſpannungen das Mittel aus den beiden Meſſungen benutzt wurde, die der Bruchſtelle am nächſten lagen.

Unter dieſen Umſtänden und mit Rückſicht auf die Abweichungen unter den 10 beobachteten Bruchlaſten derſelben Reihe wird man dem Unterſchiede von 7 kg zwiſchen den beiden Mittelwerthen keine beſondere Bedeutung beimeſſen und demnach aus den erzielten Ergebniſſen wohl ſchließen können, daß das Material im Innern der Drähte durch das Roſten keine Veränderung erlitt.

B. Unterſuchung der Drähte auf Neigung zum Roſten.

Die nachſtehend beſprochene Verſuchsreihe bezweckte, feſtzuſtellen, ob die Drähte des im Betriebe ſchadhaft gewordenen Seiles mehr als andere Seildrähte beim Lagern im Freien in Folge Roſtens Veränderungen ihrer Feſtigkeitseigenſchaften erlitten und ob dieſe Veränderungen zu der chemiſchen Zuſammenſetzung des Materials oder deſſen urſprünglichen Feſtigkeitseigenſchaften in Beziehung ſtänden.

Als Probematerial wurden verwendet:

a) Deckdrähte (gez. I) aus den Litzen des im Betriebe nicht geroſteten Seilabſchnittes c und

b) 3 Drahtſorten (gez. II—IV), welche von einem größeren Drahtwerk bezogen waren.

Sämmtliche Drähte hatten 2 mm Durchmeſſer. Bei Beſtellung der unter b genannten Drähte war der Verwendungszweck nicht angegeben worden, ſondern nur vorgeſchrieben, daß es Seildrähte von verſchiedener Zugfeſtigkeit, nämlich 110, 140 und 180 kg/qmm ſein ſollten.

Der Draht III hatte blanke, ſchwach gelblich ſcheinende Oberfläche. Bei der Analyſirung des Materials durch die Königl. chemiſch-techniſche Verſuchsanſtalt ergab ſich, daß der Draht ſchwach verkupfert war. Wie das Werk auf Befragen mittheilte, war der Draht, um glättere Oberfläche zu erzielen, durch ſchwach angeſäuertes Waſſer gezogen, dem etwas Kupfervitriol beigemiſcht war.

Von jeder der 4 Drahtſorten wurden 70 Abſchnitte von etwa 750 mm Länge entnommen und in ſieben Reihen zu je 10 Parallelverſuchen auf Zugfeſtigkeit unter Ermittelung des Dehnungsverlaufes, ſowie auf Biegungs- und Verwindungsfähigkeit geprüft.

Die erſte Verſuchsreihe wurde mit den Drähten im Anlieferungszuſtande angeſtellt und die weiteren ſechs Reihen, nachdem die Proben 1, 2, 3, 7, 12 und 19 Monate lang den Witterungseinflüſſen ausgeſetzt waren.

Zum Lagern im Freien waren immer die 10 Drähte derſelben Reihe mit dünnen Bindedrähten bei etwa 15 mm gegenſeitigem Abſtande mattenartig vereinigt und auf dem flachen Dache der Anſtalt frei aufgehängt.

Nach Ablauf der beabſichtigten Lagerdauer wurden die Drähte zunächſt in Petroleum gelegt und mittelſt Drahtbürſte gereinigt; dann wurden die Geſammtlänge, der mittlere Durchmeſſer und das Gewicht jeder einzelnen Probe feſtgeſtellt und ſchließlich wurde jede Probe in 3 Abſchnitte für je einen Zug-, Biege- und Verwindungsverſuch zerlegt.

Wegen anderer dringender Arbeiten war es nicht immer möglich, die Verſuche ſofort nach Ablauf der vorgeſehenen Lagerdauer anzuſtellen. Die Proben blieben dann bis zur Prüfung in dem Petroleumbade liegen.

Die einzelnen Beobachtungswerthe und die Mittelwerthe für je 10 Parallelverſuche ſind in Tab. 4—7 zuſammengeſtellt. Bei Berechnung der Mittelwerthe ſind die in ( ) ſtehenden Einzelwerthe wegen ihrer auffallenden Abweichung von den übrigen Werthen außer Acht gelaſſen.

Die Mittelwerthe für den Verlauf der Dehnung bei wachſender Belaſtung enthält Tab. 7a. Nach ihnen ſind die Schaulinien Fig. 3 verzeichnet.

Die im Anlieferungszuſtande erhaltenen Einzelwerthe für die Zugfeſtigkeit und Biegungszahl (Tab. 4—7) zeigen bei den Drähten II—IV gute Uebereinſtimmung, dagegen weichen die Verwindungszahlen recht erheblich von einander ab. Ein Theil der Verwindungsproben

Tabelle 4. Ergebnisse der Zugversuche sowie der Biege- und Verwindungsproben mit den ungeglühten und gerosteten Drähten.

Drahtsorte I.

Probe Nr.	Dauer des Lagerns der Proben im Freien Monate	Mittlerer Durchmesser mm	Gewicht für 1 m Länge G g	Zugversuche: Bruchlast P kg	Zugversuche: Bruchdehnung S %	Anzahl der Biegungen bis zum Bruch B	Verwindungsproben: Anzahl der Verwindungen bis zum Bruch V	Verwindungsproben: Lage des Bruches
1		1,99	24,497	416	1,9	14	30	in der Einspannung
2		2,00	24,808	402	2,3	13,5	30	in der Einspannung
3		2,00	24,448	384	2,0	12	32	in der Einspannung
4		2,00	24,533	396	2,6	12	30	
5		2,01	24,966	408	2,0	12,5	34,5	frei
6	0	2,00	24,911	414	2,0	12	34	i. d. Einsp.
7		1,98	24,068	386	2,3	14	36	frei
8		2,02	25,230	394	2,0	15	(69)	frei
9		2,02	25,392	392	2,0	14	(69)	i. d. Einsp.
10		2,00	24,768	408	1,9	12,5	37,5	frei
Mittel		**2,00**	**24,762**	**400,0**	**2,1**	**13,2**	**33**	—
41		2,10	24,876	412	2,3	9,5	29	frei
42		2,09	24,320	382	1,6	13	34,5	i. d. Einsp.
43		2,06	23,537	380	1,8	10	34,5	frei
44		2,11	25,437	404	2,0	10	(6)	frei
45		2,09	25,331	422	2,3	8,5	(17)	i. d. Einsp.
46	1	2,10	25,256	416	1,2	8	28	
47		2,09	25,037	364	2,2	10	22	
48		2,12	24,849	370	2,2	10,5	31,8	frei
49		2,10	25,236	404	2,0	11	33	
50		2,13	(25,895)	422	1,9	12	31	
Mittel		**2,10**	**24,875**	**397,6**	**2,0**	**10,3**	**30**	—
81		2,01	24,152	390	1,9	9,5	6	
82		1,99	23,735	404	1,7	10	3,3	
83		2,00	24,256	374	1,8	9	11	frei
84		2,05	25,178	378	2,2	8	12,8	
85		2,01	24,417	396	1,3	9,5	29,5	
86	2	2,02	24,435	376	2,0	9	6	
87		2,02	24,542	368	2,2	8,5	30	i. d. Einsp.
88		2,00	23,867	370	1,7	11	34,5	frei
89		2,01	24,042	380	1,5	9,5	5,8	frei
90		2,02	24,905	376	1,9	6,5	7	
Mittel		**2,01**	**24,353**	**381,2**	**1,8**	**9,0**	**14,6**	—
121		2,02	24,665	390	2,5	8	12	
122		1,97	23,620	392	2,0	8	7,5	
123		1,96	22,962	364	2,0	9	7	frei
124		1,97	23,544	380	2,2	7,5	7,5	
125		1,99	24,046	370	1,7	8	6,3	
126	3	1,96	23,195	364	1,8	8	6	
127		1,99	24,011	424	1,7	7,5	10	i. d. Einsp.
128		1,98	23,552	368	1,8	11	28	frei
129		1,95	23,213	366	1,8	9,5	6	frei
130		1,91	22,297	366	(2,2)	8	24	
Mittel		**1,97**	**23,511**	**378,4**	**1,9**	**8,5**	**11,7**	—

Probe Nr.	Dauer des Lagerns der Proben im Freien Monate	Mittlerer Durchmesser mm	Gewicht für 1 m Länge G g	Zugversuche: Bruchlast P kg	Zugversuche: Bruchdehnung S %	Anzahl der Biegungen bis zum Bruch B	Verwindungsproben: Anzahl der Verwindungen bis zum Bruch V	Verwindungsproben: Lage des Bruches
161		2,00	23,570	368	(1,4)	6,5	2,8	
162		1,98	22,534	352	1,5	7,5	2,5	
163		1,98	22,570	342	1,4	6,5	2,8	
164		1,99	22,958	358	1,5	6,0	2,5	
165		1,99	22,920	328	(1,0)	8,0	2,8	
166	7	2,00	22,817	344	1,5	9,0	2,8	frei
167		1,98	23,273	362	1,3	8,0	1,5	
168		1,99	23,254	350	1,5	6,5	2,5	
169		1,98	22,928	360	1,5	8,0	2,0	
170		1,95	22,026	326	1,4	7,0	3,5	
Mittel		1,98	22,885	349,0	1,5	7,3	2,6	—
201			23,775	354	1,7	7,0	1,8	
202			22,046	348	1,4	7,5	1,5	
203		Starker	22,422	364	(0,8)	6,5	1,3	
204		Rost-	22,432	334	1,6	6,5	2,0	
205		auftrieb,	23,352	366	(1,0)	6,5	1,3	frei
206	12	deshalb	22,030	326	(1,0)	4,5	2,3	
207		Messungen	22,293	350	1,5	6,0	3,0	
208		ungenau	22,475	334	(0,8)	5,5	2,3	
209			23,157	342	1,7	5,5	3,3	
210			22,813	334	(1,1)	6,0	2,0	i. d. Einsp.
Mittel		—	22,680	345,2	[1,6]	6,2	2,1	—
241			21,223	318	1,1	7,0	1,8	
242			21,431	330	(0,7)	8,0	2,0	
243			22,176	342	0,8	6,0	1,5	
244			21,188	320	0,8	7,0	1,5	
245		desgl.	20,638	294	(0,8)	5,0	1,3	
246	19		21,075	328	1,2	5,0	1,8	frei
247			20,801	314	(0,9)	6,0	1,5	
248			20,140	296	[0,7]	7,5	2,3	
249			21,052	296	0,9	6,0	1,5	
250			20,903	320	1,0	5,0	1,3	
Mittel		—	21,063	315,8	0,9	6,3	1,7	—

Tabelle 5.

Drahtsorte II.

11		2,00	24,592	456	1,6	11,5	33	i. d. Einsp.
12		2,00	24,649	474	0,9	11	16,5	
13		2,00	24,591	468	1,2	11,5	26,5	
14		2,00	24,591	460	2,0	12	(4)	
15		2,00	24,621	458	1,2	12	27	frei
16	0	2,00	24,566	460	1,5	12,5	29	
17		2,00	24,589	468	1,7	12	21	
18		2,00	24,599	464	1,2	12,5	11,5	i. d. Einsp.
19		2,00	24,576	464	1,5	11	11	frei
20		2,00	24,586	458	2,2	12	20,5	
Mittel		2,00	24,596	463,0	1,5	11,8	21,8	—

Probe Nr.	Dauer des Lagerns der Proben im Freien Monate	Mittlerer Durchmesser mm	Gewicht für 1 m Länge G g	Zugversuche: Bruchlast P kg	Zugversuche: Bruchdehnung S %	Anzahl der Biegungen bis zum Bruch B	Verwindungsproben: Anzahl der Verwindungen bis zum Bruch V	Verwindungsproben: Lage des Bruches
51	1	2,10	24,912	450	1,6	11	23	i. d. Einsp.
52		2,09	24,788	454	1,3	9	28,8	frei
53		2,09	24,851	458	1,5	8	23,8	
54		2,10	24,821	452	1,6	9	23	
55		2,10	24,851	450	1,6	8,5	29	
56		1,98	23,979	448	1,5	10	22,8	i. d. Einsp.
57		1,98	23,874	462	1,7	10	23	
58		1,97	23,941	460	1,7	9,5	26,8	
59		1,98	24,005	452	1,6	9	26	frei
60		1,98	23,971	464	1,2	10	22,8	i. d. Einsp.
Mittel		**2,04**	**24,399**	**455,0**	**1,5**	**9,4**	**24,9**	—
91	2	1,99	23,824	452	1,6	7,5	5,8	frei
92		1,98	23,838	454	1,6	7	18,8	
93		1,98	23,762	444	1,8	7,5	9	
94		1,99	23,717	450	1,7	7	7	
95		1,98	23,831	458	1,7	8	15,5	
96		1,99	23,869	448	1,6	6,5	17,8	
97		1,99	23,785	450	1,8	8	8	
98		1,99	23,806	450	1,8	8	8,8	
99		1,99	23,835	456	1,3	7,5	5	
100		1,99	23,828	450	1,7	6,5	11,5	
Mittel		**1,99**	**23,810**	**451,2**	**1,7**	**7,4**	**10,7**	—
131	3	2,00	23,601	452	(0,9)	6,5	8	frei
132		1,99	23,500	446	1,4	6,5	13	
133		1,99	23,575	448	1,8	6,5	5,5	
134		1,98	23,645	442	1,7	7,5	5	
135		1,98	23,541	448	2,4	6,5	18,8	
136		1,98	23,658	444	(0,9)	7	3,8	
137		1,99	23,547	446	(1,2)	6,5	10,8	
138		2,00	23,746	450	1,5	6,5	19	
139		1,98	23,628	442	1,4	7,5	4,3	
140		1,98	23,511	446	1,8	6,5	4,8	
Mittel		**1,99**	**23,595**	**446,4**	**[1,7]**	**6,8**	**9,3**	—
171	7	2,02	22,931	422	1,2	6,5	9,5	frei
172		1,98	22,797	408	1,1	4,5	5,8	
173		2,02	23,142	426	1,4	5,5	9,3	
174		1,98	22,579	408	(0,7)	6,0	3,0	
175		2,00	23,125	424	1,4	5,5	6,0	
176		2,02	23,194	430	1,5	6,5	15,5	
177		1,99	22,672	410	1,2	5,5	4,0	
178		2,00	23,130	426	1,0	6,0	6,5	
179		2,00	23,013	420	1,1	3,5	3,5	
180		2,00	22,792	416	1,1	4,5	6,5	
Mittel		**2,00**	**22,938**	**419,0**	**1,2**	**5,4**	**7,0**	—

Probe Nr.	Dauer des Lagerns der Proben im Freien Monate	Mittlerer Durchmesser mm	Gewicht für 1 m Länge G g	Zugversuche: Bruchlast P kg	Zugversuche: Bruchdehnung S %	Anzahl der Biegungen bis zum Bruch B	Verwindungsproben: Anzahl der Verwindungen bis zum Bruch V	Verwindungsproben: Lage des Bruches
211	12	Starker Rostauftrieb, deshalb Messungen ungenau	21,550	392	1,0	4,5	3,5	frei
212			21,954	400	1,1	5,0	2,3	
213			21,982	408	1,0	5,5	2,3	
214			21,880	398	1,0	5,5	2,0	
215			21,923	404	1,3	7,0	2,3	
216			21,960	400	1,2	3,5	4,3	
217			22,028	410	(0,7)	5,5	2,3	
218			22,148	408	1,0	5,5	2,3	
219			21,419	372	0,8	5,5	2,8	
220			22,083	408	1,2	4,5	2,8	
Mittel		—	21,893	400,0	1,1	5,2	2,7	—
251	19	desgl.	20,639	376	1,1	3,5	1,8	frei
252			20,602	376	(0,8)	3,5	2,0	
253			20,754	378	1,0	5,0	2,3	
254			20,381	374	1,0	6,5	1,3	
255			20,015	362	0,8	2,0	1,8	
256			20,284	364	1,0	3,5	1,5	
257			20,475	370	0,9	3,0	1,8	
258			20,712	378	1,0	4,0	1,5	
259			20,584	378	[0,3]	5,0	1,3	
260			19,878	356	0,8	4,0	1,8	
Mittel		—	20,432	371,2	0,9	4,0	1,7	—

Tabelle 6.

Drahtsorte III.

21	0	2,01	24,905	354	0,2	6,5	2,5	frei
22		2,00	24,810	374	0,3	6	9,5	
23		1,99	24,835	344	0,3	7	5	
24		1,99	24,818	362	0,6	6,5	2,8	
25		2,00	24,798	358	0,8	6	(18)	
26		2,00	24,954	374	0,4	6,5	2,5	
27		2,01	24,900	366	0,2	6,5	2	
28		2,00	24,812	344	0,3	7	3,8	
29		2,00	24,840	354	0,4	6,5	2,8	
30		2,00	24,780	356	0,3	7	3,8	
Mittel		2,00	24,845	358,6	0,4	6,6	3,9	—
61	1	2,08	25,079	360	0,5	5,5	3,8	frei
62		2,10	25,133	346	0,5	7	4,8	
63		2,09	25,050	346	0,7	6	3,5	
64		2,08	25,134	354	0,7	7	4	
65		2,10	25,181	352	0,5	5,5	1,8	
66		2,06	25,145	364	0,4	5,5	5,0	
67		2,08	25,192	362	0,3	4,5	2	
68		2,09	25,193	376	0,5	6,5	3	
69		2,08	25,238	372	0,1	6,5	4,5	
70		2,10	25,094	370	0,2	6,5	5,3	
Mittel		2,09	25,144	360,2	0,4	6,1	3,8	—

Probe Nr.	Dauer des Lagerns der Proben im Freien Monate	Mittlerer Durchmesser mm	Gewicht für 1 m Länge G g	Zugversuche: Bruchlast P kg	Zugversuche: Bruchdehnung S %	Anzahl der Biegungen bis zum Bruch B	Verwindungsproben: Anzahl der Verwindungen bis zum Bruch V	Verwindungsproben: Lage des Bruches
101	2	1,99	24,242	347	0,4	6	1,3	frei
102		1,98	24,234	339	0,7	6,5	1,8	
103		1,98	24,168	347	0,8	6	1,5	
104		1,99	24,131	356	0,6	5,5	2,3	
105		1,98	24,152	347	0,4	6	3	
106		1,99	24,119	331	0,4	5,5	2,5	
107		1,98	24,080	339	0,6	6,5	4,3	
108		1,98	24,239	364	0,4	5,5	1,5	
109		1,98	24,121	348	0,6	5,5	2,8	
110		1,97	24,077	342	0,5	5,5	1,5	
Mittel		**1,98**	**24,156**	**346,0**	**0,5**	**5,9**	**2,3**	—
141	3	1,98	24,051	344	0,4	4,5	1	i. d. Einsp.
142		1,98	23,958	340	0,4	5	2,5	frei
143		1,99	24,003	360	(0,2)	4,5	0,8	
144		1,98	23,976	348	0,7	6	1,3	
145		1,97	23,866	348	0,5	6,5	1,8	
146		1,97	23,715	324	0,7	6,5	2	
147		1,98	23,868	350	(0,2)	5,5	5	
148		1,98	24,008	366	0,5	4,5	1,3	
149		1,98	23,896	331	(0,1)	5,5	0,8	
150		1,99	23,978	342	(0,2)	6	3,3	
Mittel		**1,98**	**23,932**	**345,3**	**[0,5]**	**5,5**	**2,0**	—
181	7	1,99	23,563	319	0,4	4,5	0,8	frei
182		2,03	23,646	335	0,4	5,0	0,5	
183		2,01	23,606	318	0,4	4,5	0,8	
184		2,03	23,675	329	0,4	5,0	0,5	
185		1,99	23,622	322	0,4	4,5	0,8	
186		2,00	23,698	345	(0,1)	4,5	0,5	
187		1,99	23,387	304	0,4	3,5	0,5	
188		2,03	23,580	318	(0,1)	5,0	0,8	
189		2,01	23,652	308	(0,2)	4,5	0,5	i. d. Einsp.
190		1,98	23,450	312	0,5	4,5	1,0	frei
Mittel		**2,01**	**23,588**	**322,4**	**0,4**	**4,6**	**0,7**	—
221	12	Starker Rostauftrieb, deshalb Messungen ungenau	22,855	300	(0,2)	4,5	0,7	frei
222			22,847	302	0,5	4,5	0,5	
223			22,891	337	0,4	5,0	0,5	
224			22,955	316	0,4	4,5	0,7	
225			23,008	300	0,4	5,5	0,5	
226			23,031	304	(0,2)	5,5	0,5	
227			22,773	306	0,4	4,5	0,5	
228			23,001	312	0,4	4,0	0,3	
229			22,881	310	0,6	4,5	0,5	
230			22,583	296	0,4	4,5	0,7	
Mittel		—	**22,833**	**308,3**	**0,4**	**4,7**	**0,5**	—

Probe Nr.	Dauer des Lagerns der Proben im Freien Monate	Mittlerer Durchmesser mm	Gewicht für 1 m Länge G g	Zugversuche: Bruchlast P kg	Zugversuche: Bruchdehnung S %	Anzahl der Biegungen bis zum Bruch B	Verwindungsproben: Anzahl der Verwindungen bis zum Bruch V	Verwindungsproben: Lage des Bruches
261	19	Starker Rostauftrieb, deshalb Messungen ungenau	21,624	285	0,6	4,5	0,5	frei
262			21,217	279	(0)	3,0	0,5	
263			20,980	274	0,4	4,5	0,3	
264			21,593	281	0,4	3,0	0,5	i. d. Einsp.
265			21,562	292	0,5	2,5	0,3	frei
266			21,465	290	0,5	2,5	0,5	
267			21,689	300	(0,2)	3,5	0,5	
268			21,426	281	0,4	2,5	0,5	
269			20,981	275	0,4	3,5	0,5	
270			21,681	287	(0,3)	1,5	0,5	
Mittel		—	21,422	284,4	0,5	3,1	0,5	—

Tabelle 7.

Drahtsorte IV.

31	0	2,03	25,358	590	1,4	10	31	frei
32		2,03	25,372	590	1,7	11	27	
33		2,03	25,385	594	1,6	9,5	19,8	
34		2,03	25,466	592	1,7	8,5	(2)	in Fehlstelle
35		2,03	25,376	588	1,7	8,5	30	i. d. Einsp.
36		2,03	25,394	590	1,0	8,5	18,8	
37		2,03	25,382	590	1,5	8	30	frei
38		2,03	25,348	594	1,8	8,5	30,8	
39		2,03	25,476	590	2,1	8,5	25	
40		2,03	25,376	584	1,7	9,5	29	
Mittel		2,03	25,393	590,2	1,6	9,1	26,8	—
71	1	2,13	25,829	580	1,5	5,5	21	frei
72		2,13	25,827	576	1,7	6,5	29	
73		2,14	25,768	586	1,7	6	22,5	
74		2,14	25,979	584	1,6	6,5	26	
75		2,13	25,598	578	1,2	7	20,5	
76		2,13	25,755	578	1,9	5,5	23	
77		2,12	25,658	582	1,5	6	20	
78		2,12	25,657	584	1,2	7	25,8	
79		2,13	25,830	586	1,2	6	20	
80		2,13	25,697	584	1,1	6	24	
Mittel		2,13	25,760	581,8	1,5	6,2	23,2	—
111	2	2,01	24,608	572	1,6	4,5	20,8	frei
112		2,00	24,580	584	1,2	5	20	
113		2,01	24,660	572	1,7	4,5	17,8	
114		2,00	24,548	568	1,6	4,5	21	
115		2,01	24,566	574	1,6	5	19	
116		2,01	24,509	576	1,6	5	17	
117		2,00	24,596	574	0,8	4,5	20	
118		2,01	24,572	576	1,1	5	14	
119		2,01	24,616	574	1,6	5,5	19,8	
120		2,01	24,507	568	1,5	6	19	
Mittel		2,01	24,576	573,8	1,4	5,0	18,8	—

Probe Nr.	Dauer des Lagerns der Proben im Freien Monate	Mittlerer Durchmesser mm	Gewicht für 1 m Länge G g	Zugversuche: Bruchlast P kg	Zugversuche: Bruchdehnung S %	Anzahl der Biegungen bis zum Bruch B	Verwindungsproben: Anzahl der Verwindungen bis zum Bruch V	Verwindungsproben: Lage des Bruches
151	3	1,99	24,387	566	1,3	4,5	17,8	frei
152		2,00	24,343	564	1,2	4,5	17,5	
153		2,00	24,294	562	(1,0)	3,5	17	
154		2,00	24,420	568	1,4	4	16,5	
155		2,00	24,246	568	1,5	4,5	18,8	
156		1,99	24,248	568	1,5	5,5	17,8	
157		2,00	24,390	572	1,5	4,5	17,8	
158		2,00	24,296	562	1,4	4,5	17,5	
159		2,00	24,472	572	1,8	6	16,5	
160		2,01	24,532	566	1,4	4,5	16,8	
Mittel		2,00	24,363	566,8	1,4	4,6	17,4	—
191	7	2,02	23,760	536	1,1	3,5	6,0	frei
192		2,04	23,975	538	1,5	2,5	13,3	
193		2,03	23,878	544	(0,9)	2,5	11,5	
194		2,03	24,086	542	1,5	2,5	3,3	
195		2,02	23,763	540	(0,6)	2,5	3,0	
196		2,03	23,946	536	1,5	2,5	5,8	
197		2,03	23,953	544	(0,8)	3,5	4,5	
198		2,05	24,087	546	1,2	3,0	11,8	
199		2,03	24,053	542	(0,9)	3,0	4,0	
200		2,01	23,684	534	1,2	2,5	4,8	
Mittel		2,03	23,919	540,2	1,3	2,8	6,8	—
231	12	Starker Rostauftrieb, deshalb Messungen ungenau	22,881	512	0,8	2,5	2,8	frei
232			23,317	516	1,3	1,5	3,5	
233			23,271	526	1,2	2,0	3,8	
234			22,940	508	(0,5)	3,5	2,5	
235			22,946	516	0,8	2,5	2,5	
236			23,082	510	(0,6)	1,5	5,0	
237			23,222	520	0,8	2,0	3,0	
238			23,189	512	(0,9)	2,5	2,3	
239			22,806	510	1,0	2,0	2,7	
240			23,278	520	0,9	1,5	3,5	
Mittel		—	23,093	515,0	1,0	2,2	3,2	—
271	19	desgl.	21,795	470	0,6	0	1,8	frei
272			21,582	470	0,9	1,0	1,5	i. d. Einsp.
273			21,634	478	(0,4)	2,5	1,3	frei
274			21,954	480	0,6	1,0	1,5	
275			21,861	496	1,0	1,0	1,0	
276			21,605	464	0,6	1,5	2,3	
277			21,992	490	(0,4)	0	1,8	
278			21,446	476	(0,4)	2,0	1,5	
279			22,067	492	(0,4)	1,0	1,5	
280			21,660	466	0,6	0	2,8	
Mittel		—	21,760	478,2	0,7	1,0	1,7	—

brach an der Einspannung. Die hierbei erzielten Ergebnisse sind nur dann in ( ) gesetzt und vom Mittel ausgeschlossen, wenn die Verwindungszahl durch die Lage des Bruches deutlich beeinflußt erschien.

Die Ergebnisse der chemischen Analyse sind in Tab. 8 zusammengestellt.

Tab. 9 enthält die Mittelwerthe aus den Parallelversuchen für gleiche Rostdauer und die Verhältnißzahlen für die gleichartigen Werthe nach verschieden langer Dauer des Rostens.

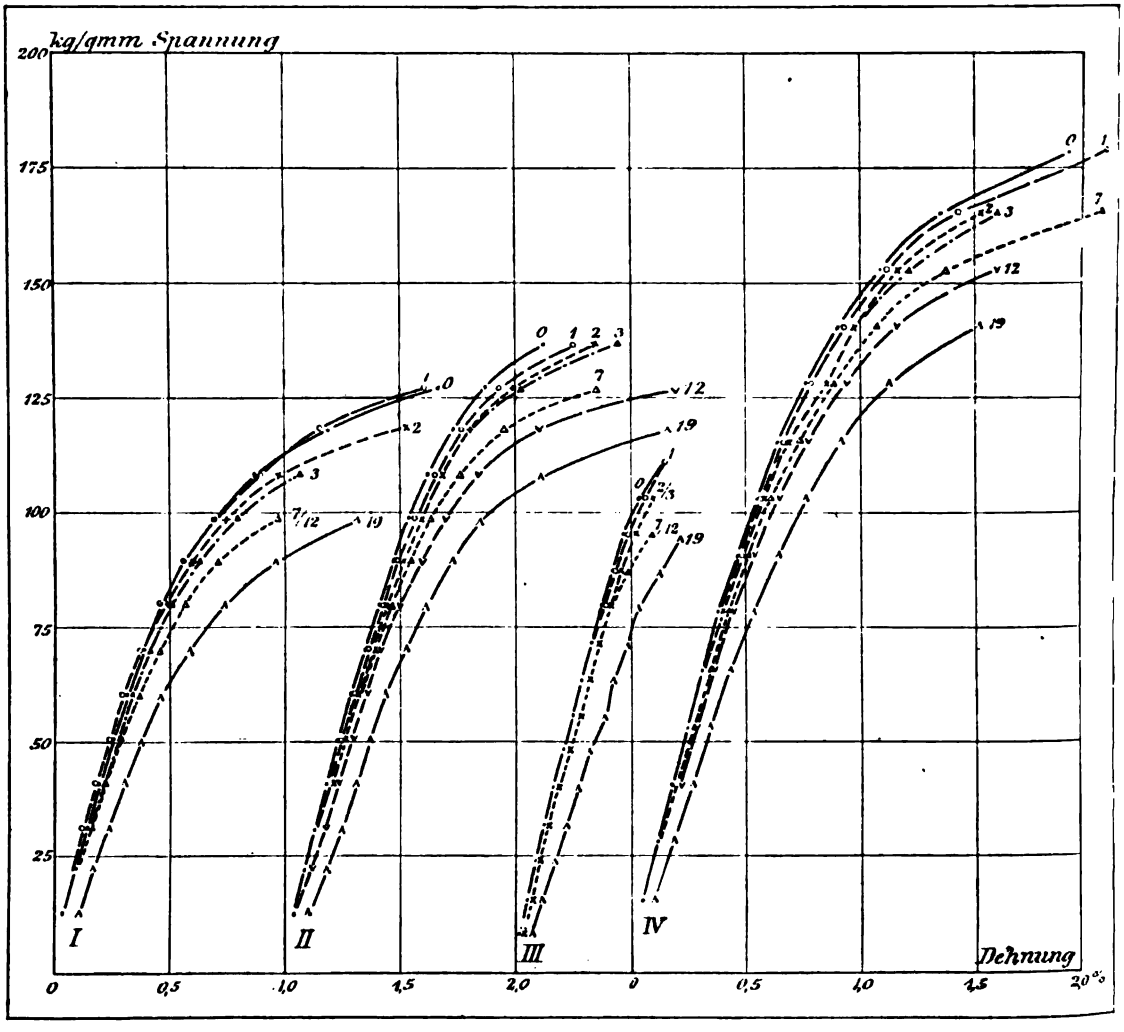


Fig. 8.

Sie sind stets auf die Werthe für den Anlieferungszustand bezogen und zeigen somit den Einfluß des Rostens auf die Festigkeitseigenschaften der Drähte. Um sie übersichtlicher zu gestalten, sind sie in Fig. 5 durch Schaulinien dargestellt.

Nach Tab. 8 besitzt die Drahtsorte IV bei höchstem Gehalt an Kohlenstoff (0,80 %) den geringsten Gehalt an sonstigen Beimengungen.

Den geringsten Kohlenstoffgehalt (0,08 %) besitzt die Drahtsorte III, annähernd gleich ist er bei den Drähten I und II (0,50 und 0,57 %). Im Uebrigen zeigen die Drähte II

Tabelle 7a. **Mittlere Dehnungen aus den Zugversuchen mit den ungeglühten und gerosteten Drähten.**

Drahtsorte	Dauer des Lagerns der Proben im Freien Monate	Gewicht für 1 m Länge g	Dehnungen in % bei den übergeschriebenen Belastungen in kg													
	Belastung kg		40	70	100	130	160	190	220	250	280	310	340	370	400	—
I	0	24,76	0,04	0,09	0,15	0,20	0,26	0,32	0,39	0,46	0,56	0,69	0,87	1,18	1,66	—
	1	24,88	0,04	0,08	0,13	0,19	0,24	0,30	0,38	0,46	0,56	0,70	0,90	1,16	1,62	—
	2	24,35	0,04	0,08	0,14	0,20	0,26	0,32	0,39	0,48	0,60	0,75	0,98	1,53	1,82	—
	3	23,51	0,04	0,10	0,16	0,22	0,28	0,34	0,42	0,51	0,63	0,80	1,07	1,54	1,36	—
	7	22,88	0,04	0,10	0,16	0,22	0,29	0,37	0,46	0,56	0,71	0,97	1,47	—	—	—
	12	22,68	0,04	0,10	0,16	0,23	0,30	0,37	0,46	0,57	0,72	0,97	1,42	—	—	—
	19	21,06	0,10	0,17	0,24	0,31	0,38	0,47	0,59	0,74	0,96	[1,32]	—	—	—	—
	Belastung kg		40	70	100	130	160	190	220	250	280	310	340	370	400	430
II	0	24,60	0,04	0,08	0,13	0,18	0,24	0,29	0,35	0,41	0,47	0,54	0,62	0,73	0,86	1,12
	1	24,40	0,04	0,08	0,14	0,20	0,25	0,31	0,37	0,43	0,49	0,57	0,66	0,77	0,94	1,26
	2	23,81	0,04	0,09	0,15	0,21	0,26	0,32	0,38	0,44	0,52	0,60	0,68	0,80	0,99	1,35
	3	23,60	0,04	0,08	0,13	0,20	0,25	0,31	0,37	0,43	0,51	0,59	0,69	0,81	1,02	1,44
	7	22,94	0,04	0,10	0,15	0,21	0,26	0,34	0,40	0,47	0,55	0,63	0,76	0,95	1,35	2,28
	12	21,89	0,04	0,11	0,18	0,24	0,30	0,36	0,42	0,50	0,60	0,70	0,84	1,10	1,68	—
	19	20,43	0,11	0,18	0,25	0,31	0,37	0,44	0,53	0,61	0,73	0,85	1,11	1,66	—	—
	Belastung kg		25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
III	0	24,85	0,01	0,05	0,08	0,12	0,16	0,21	0,25	0,28	0,33	0,37	0,42	0,47	0,54	0,65
	1	25,14	0,01	0,05	0,08	0,12	0,16	0,21	0,25	0,30	0,34	0,39	0,43	0,49	0,56	0,65
	2	24,16	0,03	0,07	0,10	0,14	0,19	0,23	0,28	0,32	0,36	0,42	0,46	0,52	0,60	(0,65)
	3	23,93	0,02	0,05	0,09	0,13	0,18	0,22	0,27	0,31	0,36	0,40	0,46	0,52	0,58	(0,69)
	7	23,59	0,02	0,06	0,10	0,13	0,18	0,23	0,27	0,32	0,37	0,42	0,49	0,58	(0,68)	—
	12	22,83	0,02	0,06	0,10	0,15	0,20	0,24	0,28	0,34	0,38	0,44	0,50	0,60	(0,66)	—
	19	21,42	0,07	0,11	0,17	0,22	0,27	0,32	0,38	0,42	0,48	0,54	[0,63]	[0,72]	—	—
	Belastung kg		50	90	130	170	210	250	290	330	370	410	450	490	530	570
IV	0	25,39	0,05	0,11	0,18	0,24	0,31	0,38	0,46	0,55	0,64	0,76	0,90	1,08	1,35	1,93
	1	25,76	0,05	0,12	0,18	0,25	0,32	0,39	0,47	0,56	0,66	0,78	0,93	1,12	1,43	2,17
	2	24,58	0,06	0,12	0,18	0,25	0,32	0,40	0,48	0,58	0,69	0,86	0,97	1,17	1,52	2,49
	3	24,36	0,06	0,12	0,19	0,26	0,32	0,40	0,48	0,58	0,69	0,82	0,98	1,21	1,60	(2,69)
	7	23,92	0,06	0,12	0,19	0,27	0,35	0,43	0,51	0,62	0,74	0,88	1,07	1,37	2,15	—
	12	23,09	0,06	0,13	0,21	0,28	0,36	0,44	0,54	0,65	0,77	0,94	1,16	1,59	—	—
	19	21,76	0,10	0,18	0,27	0,34	0,43	0,54	0,64	0,76	0,92	1,12	1,52	(2,22)	—	—

Tabelle 8. **Chemische Zusammensetzung des Probematerials.**

Die Analysen wurden in der Kgl. chemisch-technischen Versuchsanstalt ausgeführt.

Gehalt an	Draht Nr.			
	I	II	III[1])	IV
Kohlenstoff	0,50	0,57	0,08	0,80
Phosphor	0,038	0,071	0,065	0,027
Schwefel	0,02	0,08	0,06	0,01
Silicium	0,11	0,24	Spuren	0,17
Mangan	0,36	0,56	0,41	0,27
Nickel	0,04	0,05	0,04	0,02
Kupfer	0,06	0,10	0,16	0,02

[1]) Nach Entfernung des äußeren Kupferüberzuges analysirt.

Tabelle 9. **Mittelwerthe und Verhältnißzahlen aus den Zug-, Biegungs-**

Drahtsorte	Dauer des Lagerns im Freien Monate	Mittlere Beobachtungs- Gewicht für 1 m Länge g	Querschnitt qmm	Zugversuche: Streckgrenze Gesammtlast P_S kg	Streckgrenze Spannungen bezogen auf F [1]) σ_S^F	Streckgrenze Spannungen bezogen auf f [2]) σ_S^f	Bruchbelastung Gesammt P_B kg	Bruchbelastung Spannungen kg/qmm bezogen auf F [1]) σ_B^F	Bruchbelastung Spannungen kg/qmm bezogen auf f [2]) σ_B^f
I	**Anlieferung**	**24,76**	**3,14**	**325**	**103,5**	**103,5**	**400,0**	**127,4**	**127,4**
	1	24,88	[3,16]	325	103,5	103,0	397,6	126,6	[125,8]
	2	24,35	3,08	310	98,7	100,4	381,2	121,4	123,8
	3	23,51	2,97	310	98,7	103,9	378,4	120,5	127,5
	7	22,88	2,90	280	89,2	96,5	349,0	111,1	120,1
	12	22,68	2,88	280	89,2	97,4	345,2	109,9	119,8
	19	21,06	2,67	350	79,6	93,6	315,8	100,6	118,1
II	**Anlieferung**	**24,60**	**3,14**	**400**	**127,3**	**127,3**	**468,0**	**147,5**	**147,5**
	1	24,40	3,11	385	122,5	123,5	455,0	144,9	146,1
	2	23,81	3,04	385	122,5	126,7	451,2	143,7	148,1
	3	23,60	3,01	380	121,0	126,1	446,4	142,2	148,1
	7	22,94	2,93	360	114,5	122,8	419,0	133,4	142,8
	12	21,89	2,80	340	108,2	121,6	400,0	127,4	142,7
	19	20,43	2,61	310	98,8	119,0	371,2	118,2	141,9
III	**Anlieferung**	**24,85**	**3,14**				**358,6**	**114,2**	**114,2**
	1	25,14	[3,19]				360,2	114,7	[112,8]
	2	24,16	3,05		nicht		346,0	110,2	113,2
	3	23,93	3,02				345,3	110,0	114,1
	7	23,59	2,98		zu erkennen		322,4	102,7	108,2
	12	22,83	2,89				308,3	98,2	106,7
	19	21,42	2,71				284,4	90,6	104,8
IV	**Anlieferung**	**25,39**	**3,24**	**510**	**157,4**	**157,4**	**590,2**	**182,2**	**182,2**
	1	25,76	[3,28]	500	154,1	151,9	581,8	179,6	[177,2]
	2	24,58	3,14	490	151,2	156,2	573,8	177,2	182,2
	3	24,36	3,11	480	148,0	154,3	566,8	174,9	182,1
	7	23,92	3,06	465	143,5	152,3	540,2	166,7	176,2
	12	23,09	2,94	430	132,7	145,9	515,0	159,0	175,0
	19	21,76	2,78	410	126,4	147,5	478,2	147,6	171,8

und III den höchsten Gehalt an Phosphor (0,071 und 0,065 %) und an Mangan (0,56 und 0,41 %).

Im Vergleich mit den im Anlieferungszustande erzielten Festigkeitswerthen ergiebt sich, daß die Einordnung nach wachsender Zugfestigkeit mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt zusammenfällt. Der Draht III mit geringster Festigkeit (114 kg/qmm) weist zugleich die geringsten Werthe für die Bruchdehnung (0,4 %), Biegungszahl (7) und Verwindungszahl (3,9) auf. Bei ihm konnte keine Streckgrenze wahrgenommen werden. Sie fällt mit dem Bruch zusammen, beträgt also 100 % der Zugfestigkeit, während das Verhältniß $\frac{\sigma_S}{\sigma_B}$ zwischen den Spannungen an der Streckgrenze (σ_S) und beim Bruch (σ_B) im Anlieferungszustande bei den übrigen Drähten zwischen 81 und 86 % schwankt. Hiernach

[1]) F = Querschnitt des Drahtes im Anlieferungszustande.

[2]) f = Querschnitt des Drahtes beim Versuch, berechnet aus F, dem ursprünglichen Metergewicht G_1 und dem Metergewicht G vor dem Versuch: $f = \frac{F G_1}{G}$.

und Verwindungsversuchen nach verschieden langer Dauer des Rostens.

werthe				Verhältnißzahlen, die Werthe für den Anlieferungszustand = 100						
Zugversuche		Biegeproben	Verwindungsproben							
Verhältniß $\frac{P_S}{P_B}$	Bruchdehnung %	Anzahl der Biegungen	Anzahl der Verwindungen	Gewicht für 1 m Länge	Streckgrenze σ_S^F	Bruchspannungen bezogen auf σ_B^F	Bruchspannungen bezogen auf σ_B^l	Bruchdehnung	Anzahl der Biegungen	Anzahl der Verwindungen
81	**2,1**	**13,2**	**33,0**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
82	2,0	10,3	29,0	100	100	99	99	95	78	88
81	1,8	9,0	14,6	98	95	95	97	86	68	44
82	1,9	8,5	11,7	95	95	95	100	90	64	35
80	1,5	7,3	2,6	93	86	87	94	71	55	8
81	[1,6]	6,2	2,1	92	86	86	94	[76]	47	6
79	0,9	6,3	1,7	85	77	79	93	43	48	5
86	**1,5**	**11,8**	**21,8**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
85	1,5	9,4	24,9	99	96	98	99	100	80	114
85	1,7	7,4	10,7	97	96	97	100	113	63	49
85	[1,7]	6,8	9,3	96	95	96	100	[113]	58	43
86	1,2	5,4	7,0	93	90	90	97	80	46	32
85	1,1	5,2	2,7	89	85	86	97	73	44	12
84	0,9	4,0	1,7	83	78	80	96	60	34	8
—	**0,4**	**6,6**	**8,9**	**100**	—	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
—	0,4	6,1	3,8	101	—	101	[99]	100	92	97
—	0,5	5,9	2,3	97	—	96	99	125	89	59
—	[0,5]	5,5	2,0	97	—	96	100	[125]	83	51
—	0,4	4,6	0,7	95	—	90	95	100	70	18
—	0,4	4,7	0,5	92	—	85	94	100	71	13
—	0,5	3,1	0,5	86	—	79	92	125	47	13
86	**1,6**	**9,1**	**26,8**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
86	1,5	6,2	23,2	101	98	99	[97]	94	68	87
85	1,4	5,0	18,8	97	96	97	100	88	55	70
85	1,4	4,6	17,4	96	94	96	100	88	51	65
86	1,3	2,8	6,8	94	91	91	97	81	31	25
84	1,0	2,2	3,2	91	84	87	96	63	24	12
86	0,7	1,0	1,7	86	80	81	94	44	11	6

scheint der Draht III unter den untersuchten Drähten im höchsten Grade der mechanischen Bearbeitung sich zu befinden.

Um hierüber weiteren Aufschluß zu erlangen, sind noch Zugversuche, sowie Biege- und Verwindungsproben mit ausgeglühten Abschnitten der 4 Drahtsorten angestellt. Zunächst wurden je drei Proben jeder Drahtsorte zusammen in einem schmiedeeisernen, an beiden Enden abgeschlossenen Rohr stehend auf Holzkohlenfeuer geglüht. Die mit diesen Proben erhaltenen Ergebnisse sind aus Tab. 10 zu ersehen. Die drei zusammengehörigen Einzelwerthe stimmen bei allen vier Drahtsorten gut überein, die Zahl der Biegungen und Verwindungen bis zum Bruch ist aber bei den Sorten I und IV geringer als bei den ungeglühten Proben. Da ferner die Verwindungsproben an dem einen Ende sich erheblich mehr verwunden hatten, als an dem anderen, so erschien es nicht ausgeschlossen, daß die Drahtproben ungleichmäßig erhitzt worden waren, obgleich die Rohrhülle dem Augenschein nach in der ganzen Länge gleichmäßig geglüht hatte.

Die Glühversuche wurden daher nochmals wiederholt, aber nur mit den drei Sorten II—IV. Von der Sorte I aus dem Seil war kein Material mehr vorhanden.

Tabelle 10. Festigkeitseigenschaften der geglühten Drähte.

Die in liegender Schrift gedruckte zweite Reihe der Mittelwerthe giebt das Gewicht für 1 m Drahtlänge und die Dehnung in %.

Versuch Nr.	Draht Nr.	Abmessungen: Durchmesser mm	Abmessungen: Querschnitt qmm	Abmessungen: Länge mm	Gewicht g	Zugversuche: Dehnungen in mm und % bei den übergeschriebenen Belastungen in kg: 40	70	100	130	160	190	220	250	280	Streckgrenze: Belastung kg	Streckgrenze: Spannung σ_S kg/qmm	Bruch: Belastung kg	Bruch: Spannung σ_B kg/qmm	Verhältniß σ_S/σ_B	Dehnung nach dem Bruch %	Biegeprobe: Anzahl der Biegungen	Verwindungsprobe: Anzahl der Verwindungen
1	I	2,19	3,77	345,0	10,179	0,05	0,15	0,25	0,35	2,10	3,70	5,50	9,80	—	—	—	252,0	67,4	—	4,28	$9\frac{1}{2}$	31
2		2,18	3,73	346,0	10,225	0,05	0,15	0,30	0,50	1,65	3,50	5,50	9,75	—	—	—	252,0	67,4	—	4,20	11	27
3		2,17	3,70	344,5	10,192	0,10	0,15	0,30	0,40	1,50	3,30	5,45	9,30	—	—	—	254,0	68,0	—	4,48	10	27
Mittel		2,18	3,74	345,2	10,199	0,07	0,15	0,28	0,42	1,75	3,50	5,48	9,62	—	135	36,0	252,7	67,6	53	4,32	10,2	28,3
					22,55	*0,03*	*0,06*	*0,11*	*0,17*	*0,70*	*1,40*	*2,19*	*3,85*	—								
4	II	2,00	3,14	343,0	8,459	0,10	0,25	0,45	0,55	4,00	7,05	—	—	—	—	—	212,0	67,5	—	5,04	10	25
5		2,00	3,14	347,5	8,576	0,05	0,15	0,40	0,55	4,65	7,35	—	—	—	—	—	212,0	67,5	—	5,28	$12\frac{1}{2}$	19
6		2,00	3,14	347	8,559	0,10	0,25	0,40	0,60	4,10	7,30	—	—	—	—	—	214,0	68,1	—	5,40	12	28
Mittel		2,00	3,14	345,8	8,531	0,08	0,22	0,42	0,57	4,25	7,23	—	—	—	145	46,0	212,7	68,0	68	5,24	11,5	24,0
					24,67	*0,03*	*0,09*	*0,17*	*0,23*	*1,70*	*2,89*	—	—	—								
	III	Belastung in kg:				25	50	75	100	125	150	175	200	225								
7		2,00	3,14	346,0	8,611	(0,15)	(0,25)	0,50	1,80	24,60	—	—	—	—	95	30,3	130,0	41,4	—	18,52	$22\frac{1}{2}$	62
8		2,00	3,14	344,5	8,567	0,10	0,20	0,30	3,10	25,50	—	—	—	—	95	30,3	130,0	41,4	—	19,92	$21\frac{1}{2}$	$61\frac{1}{2}$
9		2,00	3,14	345,0	8,569	0,05	0,15	0,25	0,35	24,50	—	—	—	—	105	33,5	130,0	41,4	—	19,52	22	55
Mittel		2,00	3,14	345,2	8,582	0,07	0,17	0,35	1,75	24,90	—	—	—	—	98,3	31,4	130,0	41,4	76	19,32	22,0	59,5
					24,96	*0,03*	*0,07*	*0,14*	*0,70*	*9,96*	—	—	—	—								
	IV	Belastung in kg:				50	90	130	170	210	250	290	330	370								
10		2,02	3,20	349,5	8,877	0,25	0,50	0,90	5,10	—	—	—	—	—	135	42,2	177,0	55,3	—	3,24	$6\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$
11		2,02	3,20	349,5	8,873	0,20	0,35	0,50	3,50	—	—	—	—	—	140	43,8	192,0	60,0	—	3,16	8	20
12		2,02	3,20	348,0	8,834	0,25	0,35	0,90	3,40	—	—	—	—	—	130	40,6	214,0	66,9	—	2,92	7	20
Mittel		2,02	3,20	349,0	8,861	0,23	0,40	0,77	4,00	—	—	—	—	—	135	42,2	194,3	60,7	70	3,11	7,2	20,8
					25,39	*0,09*	*0,16*	*0,31*	*1,60*	—	—	—	—	—								

Von jeder der drei Sorten wurden 96 Abſchnitte entnommen, 48 für Zugverſuche und 48 für Biege- und Verwindungsproben. Die Glühung erfolgte wieder auf Holzkohlenfeuer in drei ſchmiedeeiſernen Rohren, von denen zwei mit je 36 und das dritte mit je 24 Abſchnitten der drei Drahtſorten beſchickt war. Die Drähte lagerten in durchlöcherten Eiſenſcheiben, ſodaß ſie von der heißen Luft frei umſpült werden konnten. Die Wärme im Innern des Rohres wurde an einem Le Chatelier-Pyrometer abgeleſen, deſſen Thermoelement, von einem Porzellanrohr umgeben, durch den einen Rohrboden eingeführt war. Der höchſte erreichte Hitzegrad betrug der Reihe nach bei den drei Rohren 770, 780 und 800 C°. Er wurde einige Minuten gleichbleibend erhalten und dann durch Entfernen der Kohlen allmählich bis auf 650 C° zum Sinken gebracht. Hierauf wurden die Drähte bis zum vollkommenen Erkalten unter Kohlenlöſche gelegt.

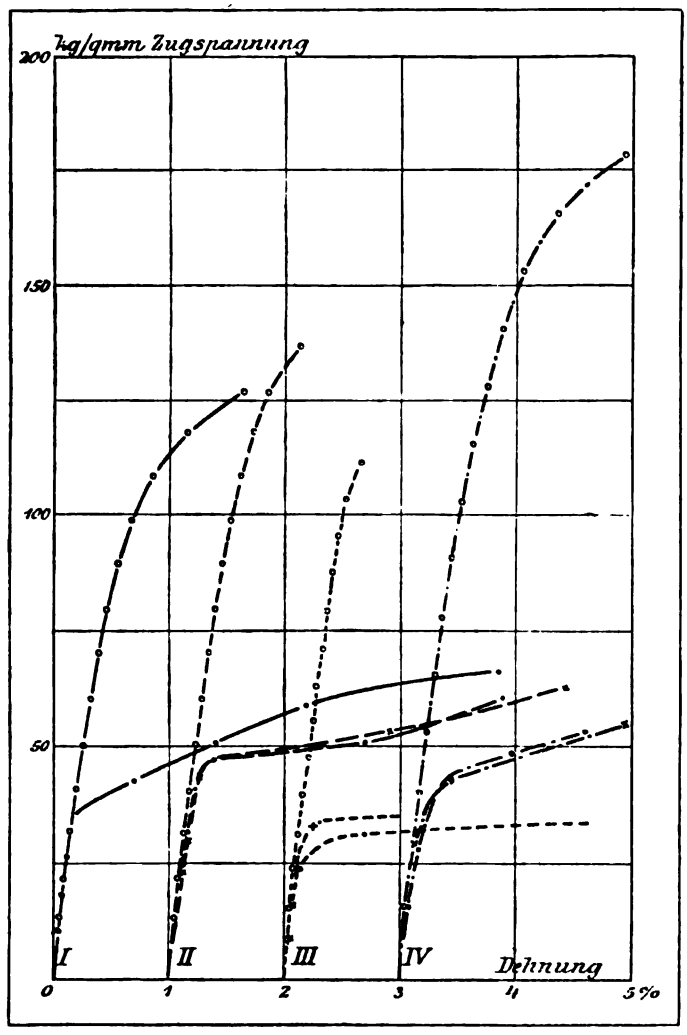


Fig. 4.

Je drei gleichartige Drähte aus den Rohren I und II und je zwei Drähte aus dem Rohr III wurden alsdann zur Prüfung verwendet, die übrigen Proben ſind zur Wiederholung der Roſtverſuche im geglühten Zuſtande zunächſt den Witterungseinflüſſen ausgeſetzt. Ueber die Ergebniſſe dieſer Roſtverſuche werde ich nach ihrem Abſchluß berichten. Die Ergebniſſe mit den ungeroſteten, geglühten Drähten ſind aus Tab. 11 zu erſehen. In Tab. 12 ſind ferner die Mittelwerthe für die Feſtigkeitseigenſchaften der geglühten und ungeglühten Drähte gegenübergeſtellt und in Fig. 4 die Schaulinien für den Verlauf der Dehnung bei wachſender Spannung.

Nach den Verhältnißzahlen, Tab. 12, war der Einfluß des Glühens am größten bei den Drähten Sorte III, dann folgen II und IV. Am geringſten erſcheint er bei der Sorte I, indeſſen iſt hierbei zu beachten, daß die Glühverſuche mit Sorte I, wie oben bereits erörtert wurde, nicht völlig einwandfrei ſind.

Tabelle 11. Die Festigkeitseigenschaften der ausgeglühten Drähte.

Probe Nr.	Drahtsorte	Geglüht bei	Abmessungen: Durchmesser	Abmessungen: Querschnitt	Zugversuche: Dehnung in mm bei den übergeschriebenen Belastungen							Streckgrenze: Belastung	Streckgrenze: Spannung σ_S	Bruch: Belastung	Bruch: Spannung σ_B	Verhältniß σ_S/σ_B	Bruchdehnung	Biegeproben: Anzahl der Biegungen	Verwindungsproben: Anzahl der Verwindungen	Bemerkungen
		C°	mm	qmm								kg	kg/qmm	kg	kg/qmm	%	%			
Belastungen	Gesammt kg				40	70	100	130	160	190	220									
	Spannung kg/qmm				13,2	23,2	33,1	43,0	53,0	62,9	72,8									
1	II	770	1,96	3,02	0,20	0,35	0,50	0,75	5,55	11,90	—	140	46,4	202	66,9	—	7,8	14	37	[1]) Bruch zwischen den Einspannkeilen.
2			1,96	3,02	0,20	0,30	0,50	0,70	4,15	7,50	—	145	48,0	210	69,5	—	6,5	14	32	
3			1,97	3,05	0,15	0,25	0,35	0,60	5,50	9,60	—	140	46,4	(206)[1])	—	—	(6,8)[2])	10	42,5	[2]) Bruch an der Einspannklemme.
4		780	1,96	3,02	0,20	0,30	0,50	0,75	5,00	8,40	15,75	140	46,4	230	76,1	—	10,2	10	40	
5			1,96	3,02	0,15	0,20	0,30	0,50	3,00	6,30	10,85	155	51,3	242	80,1	—	8,5	10,5	35,5	[3]) Bruch in einer schadhaften Stelle.
6			1,96	3,02	0,15	0,30	0,50	0,60	4,25	7,20	12,30	150	49,6	242	80,1	—	11,6	10	35,5	
7		800	1,96	3,02	0,15	0,30	0,40	0,65	5,50	9,40	—	145	48,0	208	68,9	—	5,6	15	(29)[3])	
8			1,96	3,02	0,15	0,25	0,35	0,60	5,25	8,70	—	150	49,6	212	70,1	—	5,6	10,5	(8)[3])	
Mittel		780	1,96	3,02	0,17	0,28	0,43	0,64	4,78	8,63	[12,97]	145,6	48,2	220,9	73,2	66	8,0	11,8	37,1	—
					0,07	*0,11*	*0,17*	*0,26*	*1,91*	*3,45*	*[5,19]*									
Belastungen	Gesammt kg				25	50	75	100	125	—	—									
	Spannung kg/qmm				8,3	16,5	24,8	33,0	41,3	—	—									
9	III	770	1,95	2,99	0,05	0,15	0,25	0,65	21,75	—	—	100	33,1	136	45,0	—	23,3	20	54	Bei den Verwindungsproben 9—15 erfolgte der Bruch an einer Einspannklemme, bei 16 innerhalb der Versuchslänge.
10			1,96	3,02	0,05	0,10	0,20	0,40	21,60	—	—	105	34,9	136	45,0	—	23,0	19,5	56	
11			1,97	3,05	0,10	0,20	0,30	0,55	19,95	—	—	105	34,9	138	45,7	—	21,6	21,5	57	
12		780	1,96	3,02	0,10	0,20	0,30	1,05	21,90	—	—	100	33,1	134	44,3	—	20,8	19,5	76	
13			1,97	3,05	0,15	0,30	0,45	0,95	21,85	—	—	105	34,9	136	45,0	—	22,8	18	68	
14			1,96	3,02	0,10	0,20	0,30	0,55	21,00	—	—	105	34,9	136	45,0	—	23,7	17,5	57	
15		800	1,97	3,05	0,05	0,15	0,30	0,60	23,25	—	—	100	33,1	134	44,3	—	25,6	20	63	
16			1,96	3,02	0,15	0,30	0,40	0,95	22,00	—	—	100	33,1	134	44,3	—	22,5	19,5	61	
Mittel			1,96	3,02	0,09	0,20	0,31	0,60	21,66	—	—	102,5	34,0	135,6	44,9	76	22,9	19,4	61,5	—
					0,04	*0,08*	*0,12*	*0,24*	*8,66*	—	—									
Belastungen	Gesammt kg				50	90	130	170	210	—	—									
	Spannung kg/qmm				16,4	29,6	42,7	55,8	69,0	—	—									
17	IV	770	1,98	3,08	0,20	0,35	1,40	5,75	—	—	—	130	42,6	208	68,1	—	7,0	15	19	—
18			1,96	3,02	0,15	0,30	0,90	3,95	—	—	—	135	44,3	208	68,1	—	5,4	12	34	
19			1,98	3,08	0,15	0,25	0,55	3,30	—	—	—	145	47,5	206	67,5	—	4,7	8	33	
20		780	1,97	3,05	0,20	0,35	0,65	4,15	8,25	—	—	140	45,9	230	75,4	—	6,8	4	27,5	
21			1,96	3,02	0,15	0,30	1,00	4,80	10,00	—	—	130	42,6	220	72,1	—	6,5	(2,5)	29,5	
22			1,97	3,05	0,15	0,30	0,85	3,70	7,30	—	—	140	45,9	228	74,8	—	6,0	7	26	
23		800	1,97	3,05	0,20	0,35	1,00	5,25	10,95	—	—	130	42,6	212	69,5	—	4,8	6	21	
24			1,96	3,02	0,20	0,40	2,60	8,15	—	—	—	130	42,6	206	67,5	—	14,1	6	22	
Mittel			1,97	3,05	0,18	0,33	1,12	4,88	[9,12]	—	—	135,0	44,3	214,8	70,4	68	6,9	8,3	26,5	—
					0,03	*0,06*	*0,41*	*1,93*	*[7,44]*	—	—									

Tabelle 12. **Einfluß des Glühens auf die Festigkeitseigenschaften der Drähte im ungerosteten Zustande.**

Drahtsorte	Zustand des Materials	Zugversuche: Spannungen kg/qmm Streckgrenze σ_S	Zugversuche: Spannungen kg/qmm Bruch σ_B	Zugversuche: Verhältniß $\sigma_S/\sigma_B \cdot 100$ %	Bruchdehnung %	Anzahl der Biegungen	Anzahl der Verwindungen
I	ungeglüht (u)	108,5	127,4	81	2,1	13,2	33,0
	geglüht (g)	36,0	67,6	53	4,3	10,2	28,3
	Verhältniß: $\frac{g}{u} \cdot 100$	35	53	66	204	77	86
II	ungeglüht (u)	127,3	147,5	86	1,5	11,8	21,8
	geglüht (g)	48,2	73,2	66	8,0	11,8	37,1
	Verhältniß: $\frac{g}{u} \cdot 100$	38	50	76	533	100	170
III	ungeglüht (u)	—	114,2	—	0,4	6,6	8,9
	geglüht (g)	34,0	44,9	76	22,9	19,4	61,5
	Verhältniß: $\frac{g}{u} \cdot 100$	—	39	—	5730	294	1575
IV	ungeglüht (u)	157,4	182,2	86	1,6	9,1	26,6
	geglüht (g)	44,3	70,4	63	6,9	8,3	26,5
	Verhältniß: $\frac{g}{u} \cdot 100$	28	39	72	431	91	99

Jedenfalls dürfte aber durch diese Versuche bestätigt sein, daß die Sorte III ungeglüht in wesentlich höherem Grade der mechanischen Bearbeitung sich befand als die beiden Sorten II und IV.

Beachtenswerth erscheint mir ferner, daß das Glühen bei den Sorten II und IV die Ergebnisse der Zugversuche wesentlich beeinflußte, während die Zahlen der Biegungen und Verwindungen bei Sorte IV sogar nach dem Glühen geringer geworden sind.

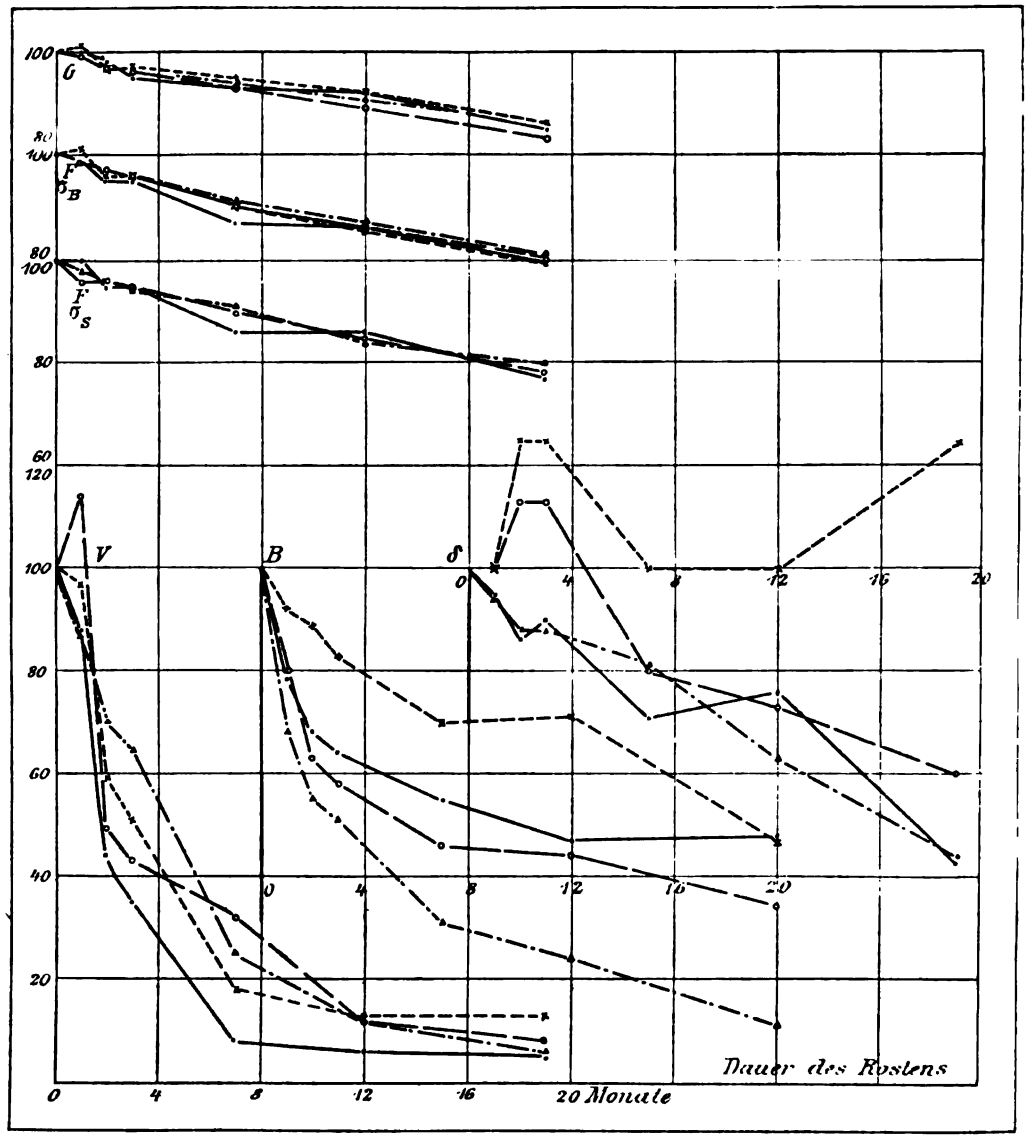
Der Grad der Zerstörung des Materials durch das Rosten ergiebt sich aus der Abnahme des Gewichtes für die Längeneinheit des Drahtes. Nach den Verhältnißzahlen für das Gewicht Tab. 9 und nach dem Verlauf der Schaulinien G Fig. 5 ist die Gewichtsabnahme für alle vier Drähte bei gleicher Versuchsdauer annähernd gleich groß.

> Das Material der Drähte hat sich also trotz der Unterschiede im Gehalt an Mangan, Phosphor und Kohlenstoff und trotz des verschiedenen Grades der mechanischen Bearbeitung gegen die Zerstörung durch Rost praktisch als gleich widerstandsfähig erwiesen.

Der Einfluß des Rostens auf die Festigkeitseigenschaften der Drähte tritt wieder am stärksten bei den Verwindungsproben (Liniengruppe V Fig. 5) hervor. Er war in allen Versuchsreihen mit verschiedener Rostdauer bei dem Draht I am größten. Bei den übrigen Drähten wechselt er mit zunehmender Lagerdauer; immerhin dürfte aber nach den Verwindungsproben folgende Einordnung der Drähte nach wachsendem Widerstande gegen Rosten zulässig sein: I, II, III und IV.

Die Abnahme der Biegungszahlen mit der Länge der Versuchsdauer (Liniengruppe B Fig. 5) war etwas geringer als die der Verwindungen. Sie verläuft aber wesentlich regelmäßiger und gestattet sichere Einordnung der Drähte nach wachsendem Widerstande gegen Rosten in nachstehende Reihenfolge: IV, II, I und III.

Die Bruchdehnung S wurde bei dem Draht III überhaupt nicht durch das Rosten beeinflußt; bei dem Draht II trat der Einfluß erst nach siebenmonatlichem Lagern zu Tage und bei den Drähten I und IV erwies er sich als annähernd gleich groß. Zieht man die Größe



Drahtsorte: I •——•; II o— —o; III x- - - - -x; IV ▲—·—·—▲
Liniengruppe: G-Gewicht; σ_B-Zugfestigkeit; σ_S-Streckgrenze; V-Verwindungs-; B-Biegungszahl
δ-Dehnung

Fig. 5.

der ursprünglichen Dehnung mit in Betracht, so deuten die Ergebnisse darauf hin, daß die Beeinträchtigung der Dehnung durch das Rosten um so größer ist, je dehnbarer die Drähte ursprünglich waren.

In der Abnahme der Zugfestigkeit (Liniengruppe σ_B Fig. 5) treten, wie bei der Gewichtsabnahme G, keine nennenswerthen Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Drähte gegen Rosten zu Tage.

Nach dem Verlauf der einzelnen Schaulinien nimmt der Gewichtsverlust, sowie die Verminderung der Zugfestigkeit und der Bruchdehnung mit der Dauer des Rostens anscheinend proportional zu.

Die Verminderung der Verwindungsfähigkeit und der Biegbarkeit war besonders zu Anfang sehr groß. Nach mehr als siebenmonatlicher Einwirkung des Rostens schritt sie, wenn überhaupt, nur noch wenig fort.

---

2. Einwirkung von Pferdejauche auf Portland-Cement.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Die Aufgabe 19 des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik erstreckt sich auf die „Untersuchung der Einwirkung der Fäkalien auf die Bindekraft hydraulischer Bindemittel". Auf diesem Gebiete ist bisher wenig gearbeitet worden. Vielfach neigt man der Ansicht zu, daß Fäkalien sehr schädlich auf Cementmörtel und Cementbeton einwirken. Diese Annahme haben Versuche nicht bestätigt, die im Anschluß an andere größere Versuchsreihen in der Versuchsanstalt ausgeführt worden sind.

Den Versuchen lagen vier Cemente zu Grunde, und zwar drei Portland-Cemente I, II, III und ein Puzzolan-Cement IV, die sämmtlich aus dem Handel bezogen wurden, also vermuthlich gewöhnlicher Handelswaare entsprachen. Die beiden ersten Marken I und II werden im Handel als mittelmäßige Cemente, die Marke III als guter Portland-Cement, insbesondere für die Zwecke der Kunststein-Industrie angesehen. Die Eigenschaften der Cemente sind aus den Tabellen 1 und 2 ersichtlich.

Tabelle 1. **Eigenschaften von vier Cementen des Handels.**

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.				
Cement-Marke	Specifisches Gewicht des geglühten Cementpulvers	Glühverlust des Cementpulvers %	Ein Liter Cement wog		Wasser im reinen Cement		300 g Cement mit der in Spalte 7 angegebenen Wassermenge angemacht ergaben		Während der Bestimmung der Abbindezeit betrug im Durchschnitt die			Raumbeständigkeitsprobe nach den Normen	Siebrückstände auf				
			eingelaufen kg	eingerüttelt kg	für syrupartige Beschaffenheit %	für die Abbindeprobe %	Abbindezeit: a. Beginn b. Vollendung der Erhärtung Std.	Wärme-Erhöhung beim Abbinden C°	Wärme der Luft C°	Wärme des Wassers C°	Luftfeuchtigkeit %		5000 Maschen für 1 qcm %	900 Maschen für 1 qcm %	600 Maschen für 1 qcm %	324 Maschen für 1 qcm %	180 Maschen für 1 qcm %
I	3,043	3,3	1,350	2,010	34,0	25,0	45 Min. 1 23	1,6	17,0	15,0	71	bestanden	18,0	2,0	0,2	0,0	—
II	3,108	1,9	1,257	2,006	30,0	24,0	3 27 6 22	2,0	18,0	18,0	67	bestanden	20,0	2,0	1,0	0,4	0,0
III	3,112	1,5	1,247	1,975	32,5	26,0	3 20 7 00	1,8	17,0	17,0	62,5	bestanden	18,0	2,0	0,0	—	—
IV	2,824	4,1	0,895	1,585	48,0	37,5	2 5 19 00	0,0	16,0	16,0	70	bestanden	8,0	0,0	—	—	—

Als Probemischung wurde eine in der Praxis vielfach übliche Betonmischung verwendet, nämlich Beton aus:

1 Raumtheil Cement + 3 Raumtheilen Berliner Mauersand + 5 Raumtheilen Granitsteinschlag.

Tabelle 2. **Chemische Zusammensetzung von vier Cementen des Handels.**

Cementmarke		I	II	III	IV
In Salzsäure Unlösliches	Kieselsäure	0,1	0,05	0,1	2,4
	Thonerde	0,2	0,25	0,2	2,9
In Salzsäure lösliche Bestandtheile	Kieselsäure	20,3	21,8	21,9	29,7
	Thonerde	9,1	7,1	6,1	8,0
	Eisenoxyd	3,3	2,4	2,2	1,0
	Kalk	60,1	62,8	64,3	42,7
	Schwefelsaurer Kalk	2,6	3,0	2,3	—
	Schwefelcalcium	0,3	0,1	0,1	3,4
	Manganoxyd	—	—	—	1,5
	Magnesia	2,5	1,5	1,7	7,6
	Alkalien	1,5	1,0	1,1	0,8

Der Berliner Mauersand wog im Liter

eingelaufen . . . . . 1,675 kg

eingerüttelt . . . . . 1,935 „

Der Dichtigkeitsgrad des Haufwerkes des Sandes ist hiernach annähernd:

$$d = \frac{1{,}675 + 1{,}935}{2 \cdot 2{,}65} = 0{,}68$$

und der Undichtigkeitsgrad demnach:

$$u = 0{,}32$$

d. h., der Sand enthält etwa 32 % Hohlräume. Die gewählte Mischung 1 : 3 ergiebt somit einen ziemlich dichten Mörtel.

Der Sand wies folgende Feinheit auf:

Rückstand auf Maschen	900	600	324	180	120	60	20	9	4	—
Procent	94,0	86,0	81,6	65,8	58,0	37,8	24,6	15,4	5,6	—
Zwischen zwei Sieben Procent	6,0	8,0	4,4	15,8	7,8	20,2	13,2	9,2	9,8	5,6

Der Granitsteinschlag wog im Liter 1,350 kg.

Aus dem Beton 1 : 3 : 5 wurden unter Zusatz von 9 % Wasser Würfel von 10 cm Seitenlänge in eiserne Formen gestampft, von denen die Hälfte im Leitungswasser der Versuchsanstalt (im Keller), die andere Hälfte in Pferdejauche (in einem gemauerten Behälter im Garten, wo sie im Winter nicht völlig vor Frost geschützt werden konnten) aufbewahrt wurde.

Alle Proben standen den ersten Tag in den Formen an der Luft und wurden dann erst entformt und in Wasser bezw. Jauche gebracht, die etwa alle vier Wochen erneuert wurde.

Die Mittelwerthe der Ergebnisse der bis zu drei Jahren Alter der Proben ausgedehnten Versuche sind in Tab. 3 zusammengestellt; die Einzelwerthe der Jaucheproben enthält Tab. 4.

Tabelle 3. Druckfestigkeit von Cementbeton 1 : 3 : 5, erhärtet in Leitungswasser und Pferdejauche.

Würfel von 10 cm Seitenlänge. Mittelwerthe aus je 10 Versuchen.

Cement-Marke	Erhärtung in	Druckfestigkeit kg/qcm nach						Raumgewicht 24 Stunden nach dem Einschlagen
		7 Tagen	28 Tagen	6 Monaten	1 Jahr	2 Jahren	3 Jahren	
I	Leitungswasser	224	243	324	363	372	439	2,456
	Pferdejauche	*131*	*239*	*289*	*349*	*412*	*411*	*2,460*
II	Leitungswasser	190	208	332	333	410	378	2,465
	Pferdejauche	*191*	*226*	*331*	*337*	*374*	*400*	*2,465*
III	Leitungswasser	235	292	362	372	408	449	2,460
	Pferdejauche	*243*	*302*	*317*	*288*	*463*	*477*	*2,460*
IV	Leitungswasser	69	132	191	206	215	199	2,460
	Pferdejauche	*34*	*91*[1])	*184*	*180*	*199*	*198*	*2,460*

[1]) Zwei Proben waren stark rissig.

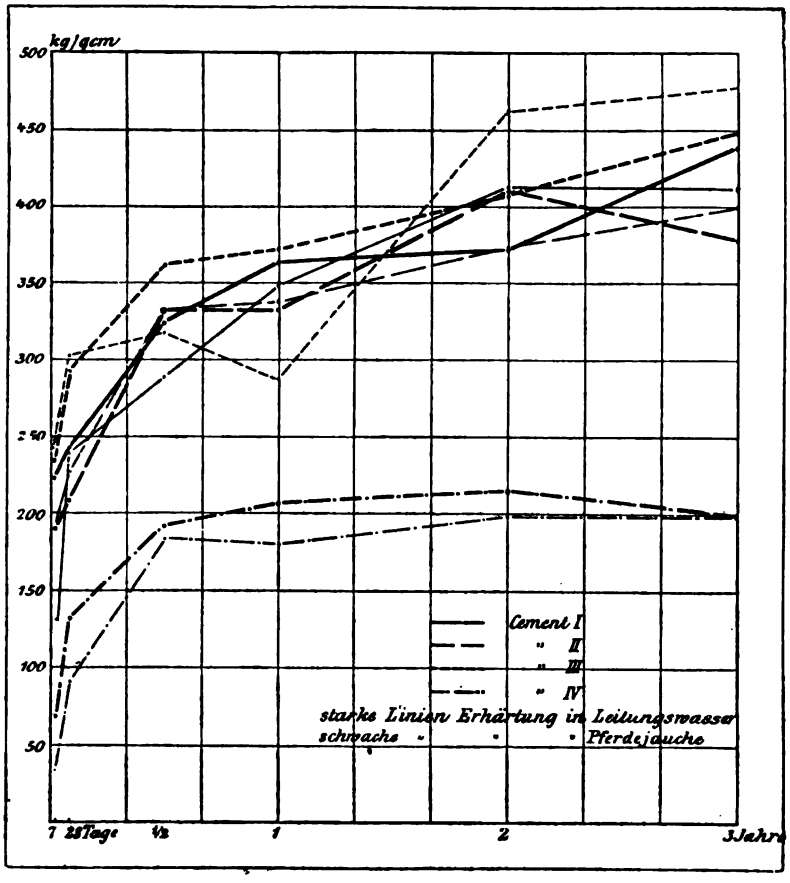


Tabelle 4. Cementbeton aus 1 Raumthl. Cement + 3 Raumthl. Bausand + 5 Raumthl. Steinschlag.

Mit Leitungswasser angemacht und in Pferdejauche erhärtet.

9 % Wasser.

Versuch Nr.	Bruchlast in kg Würfel mit 100 qcm Fläche						Versuch Nr.	Bruchlast in kg Würfel mit 100 qcm Fläche					
	7 Tage alt	28 Tage alt	½ Jahr alt	1 Jahr alt	2 Jahre alt	3 Jahre alt		7 Tage alt	28 Tage alt	½ Jahr alt	1 Jahr alt	2 Jahre alt	3 Jahre alt
	Cement I.							Cement III.					
1	13220	20980	27450	34410	46350	33920	1	20450	23970	24460	27950	52820	44360
2	12750	31430	24960	19490	40880	32920	2	24650	29440	24460	23970	46350	50830
3	13220	18990	36400	36900	34410	41380	3	24450	31930	24460	33420	41880	41880
4	14120	22470	24460	27950	39390	44360	4	23350	34910	25960	28440	50830	43870
5	12280	22970	29440	46850	44860	40380	5	23100	30430	39380	24460	42870	44360
6	12750	24460	33910	33420	36400	45860	6	27150	28940	39380	24960	50830	39890
7	13220	22470	31430	37400	30430	43370	7	22850	26950	34910	32920	39390	56800
8	15580	26950	30930	36900	47850	32420	8	29000	30930	35410	39890	44360	48840
9	11810	24960	27450	36900	47850	50330	9	23900	32420	34410	26450	50330	52820
10	12280	23470	22470	38890	43870	46350	10	24350	31930	34410	25460	43370	52820
Mittel	13123	23915	28890	34911	41179	41129	Mittel	24325	30185	31724	28792	46803	47647
Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm	131,2	239,2	288,9	349,1	411,8	411,3	Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm	243,3	301,9	317,2	287,9	463,0	476,5
Raumgewicht	2,460						Raumgewicht	2,460					
	Cement II.							Cement IV.					
1	19990	22300	25460	42370	36900	36900	1	4250	zerfallen	17000	22470	21980	24960
2	19990	23900	31930	32920	37150	42370	2	3310	8490 [1]	15580	19490	19980	18990
3	16530	26300	35410	31930	40130	37400	3	4250	6860 [1]	19990	20480	21480	17500
4	18990	24200	31930	31930	40380	37150	4	2830	(7330) [2]	20980	18990	20980	20230
5	17500	23000	40380	22970	39390	30930	5	3780	9880	21480	14170	20980	21980
6	16530	17000	36900	32920	34410	41130	6	4250	8720	20980	13690	20980	19240
7	19990	24200	36400	42370	39890	39890	7	2360	8490	17000	16530	18490	18000
8	21480	24100	28440	34910	40380	44860	8	2830	11270	14640	18000	18990	18740
9	19490	17600	38890	31930	31430	46850	9	4010	11270	18000	22470	19980	18000
10	19990	23100	25460	32420	38420	42370	10	2360	7560	18490	13220	15580	20480
Mittel	19048	22570	33120	33667	37348	39985	Mittel	3423	9068	18414	17951	19942	19812
Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm	190,5	225,7	331,2	336,7	373,5	399,9	Druckfestigkeit σ_B in kg/qcm	34,2	90,7	184,1	179,5	199,4	198,1
Raumgewicht	2,465						Raumgewicht	2,460					

[1] Stark rissige Probe.

[2] Eine Ecke abgebrochen; von der Bildung des Mittelwerthes ausgeschlossen.

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß alle Körper der einzelnen Reihen mit Portland-Cement ziemlich übereinstimmende Werthe geliefert haben, und daß nur die aus Puzzolan-Cement gefertigten Körper, namentlich in den ersten Stadien der Erhärtung, stark schwankende Werthe lieferten, welche auf Beeinflussung des Körpergefüges durch die Jauche schließen lassen. Im Uebrigen zeigt Tab. 3, und noch deutlicher die zeichnerische Darstellung des Erhärtungsverlaufes der vier Betonsorten, daß die Erhärtung des Betons in Leitungswasser und Pferdejauche fast gleichmäßig fortgeschritten ist, und daß selbst nach drei Jahren die Jauche keinen schädigenden Einfluß ausgeübt hat. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß der Beton ziemlich dicht und sorgfältig hergestellt war.

Die Uebereinstimmung der Mittelwerthe der Wasserproben einerseits und der Jaucheproben andererseits wäre wahrscheinlich noch größer gewesen, wenn die Körper unter völlig gleichmäßigen Bedingungen (entweder im Freien, oder im Keller) hätten aufbewahrt werden können. Dazu stand indessen der erforderliche Raum nicht zur Verfügung. Der Einfluß des ersten Frostes auf die Jaucheproben zeigt sich deutlich bei den Cementen III und IV, die nach $^1/_2$ Jahr Alter in der Festigkeit nicht fortgeschritten, später aber nacherhärtet sind.

Nach diesen Versuchen würde Portland-Cementbeton, in dichter Mischung, sorgfältig hergestellt, unbedenklich für den Bodenbelag von Pferdeställen Verwendung finden können.

---

3. Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Festigkeitseigenschaften des Papiers.

Vom ständigen Mitarbeiter G. Dalén.

Das Papier ist, wie alle aus organischen Fasern hergestellten Erzeugnisse, in hohem Grade hygroskopisch und enthält deshalb je nach dem höheren oder niederen Wassergehalt der umgebenden Luft mehr oder weniger Feuchtigkeit. Da nun, wie die Erfahrung gezeigt hat, die Festigkeitseigenschaften des Papiers von seinem Feuchtigkeitszustand abhängen, so sind nur diejenigen Ergebnisse unmittelbar vergleichbar, welche bei derselben relativen Luftfeuchtigkeit ausgeführt worden sind.

In der Versuchsanstalt werden aus diesem Grunde sämmtliche Festigkeitsprüfungen von Papier, Pappe, Geweben, Zwirnen u. s. w. bei 65% relativer Luftfeuchtigkeit ausgeführt[1]). In der Praxis ist es jedoch nicht immer möglich, diese Bedingung inne zu halten, man ist vielmehr oft gezwungen, die Prüfungen bei einer anderen Luftfeuchtigkeit auszuführen, wodurch die Ergebnisse mehr oder weniger von dem maßgebenden (bei 65% gewonnenen) abweichen. Der Zweck der nachstehenden Abhandlung ist es nun, an einer Anzahl von Beispielen Aufschluß über die Größe und Bedeutung dieser Abweichungen zu geben. Die für die Prüfung verwendeten Papiere sind so gewählt worden, daß in Bezug auf Festigkeit, Stoffzusammensetzung und Art der Leimung möglichst verschiedenartige Erzeugnisse vertreten sind.

Versuchsausführung.

Für die Prüfung wurden von jeder Papiersorte 5 möglichst gleichmäßige und fehlerfreie Bogen ausgesucht. Die eine Hälfte jedes Bogens wurde zur Prüfung der Längsrichtung, die andere zur Prüfung der Querrichtung verwendet. Vor der Entnahme der eigentlichen Probestreifen wurden von jeder Bogenhälfte die beiden äußersten Streifen geprüft, um festzustellen, ob in der Bruchlast ein erheblicher Unterschied vorhanden sei; war dieses der Fall, so wurde der Bogen gegen einen anderen, gleichmäßigeren umgetauscht. Nach dieser Vorprüfung wurden die Streifen unmittelbar neben einander entnommen und zwar so, daß von jedem der 5 Bogen die ersten Streifen bei 100% relativer Luftfeuchtigkeit, die zweiten bei 90%

---

[1]) Dr. R. v. Lenz, Papier-Zeitung 1891 Nr. 35, prüft bei beliebiger Luftfeuchtigkeit, bestimmt den Wassergehalt des Papiers und berechnet nach einer von ihm ermittelten Formel die Festigkeitswerthe auf trockenes Papier.

u. s. w. geprüft wurden. Für die Controlversuche, welche z. B. ausgeführt werden mußten, wenn ein Streifen unmittelbar an der Einspannklemme riß, wurden Streifen von dem anderen Ende des Bogens entnommen.

Die Zerreißversuche wurden mit zwei, in luftdicht verschließbare Zinkkästen eingebauten Wendler'schen Apparaten ausgeführt. In den Kästen waren Schalen mit Wasser beziehungsweise koncentrirter Schwefelsäure, sowie Hygrometer, Thermometer und Rührwerke (zur Bewegung der Luft) angebracht. Sowohl die Rührwerke wie die Zerreißapparate selbst wurden von einem außerhalb der Kästen stehenden Wassermotor angetrieben. Mittelst eines Hebels konnten die Antriebsschnecken der Zerreißapparate von außen gehoben und die Apparate zu jeder Zeit in Betrieb gesetzt werden, ohne daß die Deckel der Kästen geöffnet zu werden brauchten.

Da das Papier, welches beim Einspannen eine der äußeren Luftfeuchtigkeit entsprechende Menge Feuchtigkeit enthält, bei der Aufnahme oder Abgabe von Feuchtigkeit auch ohne äußere Kraftbeanspruchung seine Längenabmessungen ändert, so mußte, sobald die Luftfeuchtigkeit, bei welcher der Zerreißversuch ausgeführt werden sollte, erheblich von der Luftfeuchtigkeit im Zimmer abwich, durch einen Vorversuch festgestellt werden, wie groß die Verlängerung oder Verkürzung des Streifens bei der betreffenden Luftfeuchtigkeit war, und diese Aenderung bei dem Einspannen der Versuchsstreifen berücksichtigt werden. Hierdurch wurde erreicht, daß bei fast sämmtlichen Versuchsstreifen die Einspannlänge von 180 mm bei den verschiedenen Feuchtigkeitsstufen innegehalten werden konnte. Die etwaigen Abweichungen betrugen in den ungünstigsten Fällen 0,3 mm und konnten, besonders da sie in positiver und negativer Richtung fast gleich stark vertreten waren, bei dem Wägen der Streifen und der Berechnung der Reißlänge vernachlässigt werden. Bei den Ablesungen an dem Dehnungsmaßstab wurden dagegen auch die geringsten Abweichungen von der normalen Einspannlänge berücksichtigt.

War nun der Streifen in der angegebenen Weise eingespannt, so wurde die Antriebklemme der anderen Klemme soweit genähert, daß der Streifen schlaff herunterhing; der Kasten wurde dann geschlossen, und das Rührwerk in Bewegung gesetzt.

Zum Anfeuchten der Luft diente eine Schale mit Wasser, welche von außen zugedeckt werden konnte, ohne daß die äußere Luft zutrat. Zum Messen der Feuchtigkeit dienten zwei nach Angaben von Martens umgeänderte Koppe'sche Haarhygrometer[1]), deren Angaben vor und nach jeder Versuchsreihe, theils durch Vergleich mit den im Versuchszimmer aufgestellten Hygrometern, theils durch direkte Bestimmung der absoluten Feuchtigkeit berichtigt wurden. In den Fällen, wo die Hygrometerangaben vor und nach einer Versuchsreihe eine Abweichung von mehr als 5% zeigten, wurde die Reihe wiederholt. Aus diesem Grunde dürfte bei keinem der ausgeführten Zerreißversuche der abgelesene Feuchtigkeitsgrad um mehr als 5 % von dem wahren Feuchtigkeitsgehalt abgewichen sein.

Der Wärmegrad wurde bei allen Versuchen möglichst gleich gehalten. Der größte bei einem Papier vorkommende Unterschied betrug 4 C°. Obschon keine Versuche zur unmittelbaren Ermittelung des Einflusses der Wärme ausgeführt worden sind, so dürfte man wohl annehmen können, daß die hier in Frage kommenden Unterschiede ohne Einfluß auf die Prüfungsergebnisse sind.

[1]) Siehe Mittheilungen 1895, S. 164.

Die gewünschte Luftfeuchtigkeitsstufe war in etwa 1/4 bis 3/4 Stunden nach dem Schließen des Kastens erreicht. Um die Zeit, welche der Papierstreifen zum Aufnehmen oder Abgeben der Feuchtigkeit nöthig hatte, abzukürzen, wurde die gewünschte Stufe zunächst um etwa 5% überschritten und dann der Kastendeckel so lange offen gehalten, bis die Feuchtigkeit etwa 3% nach der anderen Richtung zurückgegangen war. Dieses Verfahren wurde mit immer engeren Grenzen zwei- bis dreimal wiederholt, dann das Rührwerk angehalten und das Papier sich selbst überlassen. Nachdem man sich von Zeit zu Zeit vergewissert hatte, daß die Feuchtigkeit im Kasten unverändert blieb, wurde der Papierstreifen nach etwa 2 1/2 Stunden zerrissen. Zu diesem Zwecke wurde die Antriebschnecke hochgehoben und der Motor zunächst mit der Hand gedreht, bis die Belastung 0,1 kg betrug. Bei dieser Belastung wurde der Stand des Dehnungsmaßstabes abgelesen, die möglicherweise vorhandene Abweichung von der Nulllage aufnotirt und bei der Dehnungsangabe berücksichtigt. Die weitere Belastung bis zum Bruch geschah dann mittelst des Wassermotors. Nachdem der Bruch eingetreten war, wurde der Deckel geöffnet und der Streifen so schnell wie möglich in ein Wägegläschen gebracht. Es ließ sich jedoch nicht vermeiden, daß der Streifen hierbei etwas Feuchtigkeit aufnahm oder abgab, und deshalb können die bei diesen Versuchen gewonnenen Zahlen für den Feuchtigkeitsgehalt des Papiers keinen Anspruch auf unbedingte Zuverlässigkeit machen. Für die Bestimmung der Reißlänge kommt dieses jedoch nicht in Frage, da bei deren Berechnung das Gewicht der bei 100 C° getrockneten Streifen zu Grunde gelegt worden ist.

Infolge der während der Dauer eines Versuches nicht zu vermeidenden kleinen Temperaturschwankungen verdichtete sich bei den bei 100% relativer Luftfeuchtigkeit ausgeführten Versuchen mitunter Wasser in Tropfen an den Klemmen und verursachte ein Reißen der Streifen unmittelbar an der Einspannstelle. Da es wegen der begrenzten Menge des Probematerials nicht immer möglich war, die Versuche solange fortzusetzen, bis ein vorschriftsmäßiger Bruch eintrat, so können die bei 100% gewonnenen Zahlenwerthe keinen Anspruch auf Richtigkeit machen und sind nur der Vollständigkeit halber aufgeführt. Auch infolge eines anderen Umstandes haben die bei 100% gefundenen Ergebnisse einen geringeren Werth; die Zeit, während welcher das Papier vor dem Zerreißen der feuchten Luft ausgesetzt wird, spielt nämlich hier eine große Rolle, und man erhält, je nachdem der Streifen längere oder kürzere Zeit in der mit Wasser gesättigten Luft verweilt, ganz verschiedene Werthe, sowohl für Reißlänge, als auch Dehnung. Bei den anderen Feuchtigkeitsstufen zeigte sich nach etwa zweistündiger Einwirkung der Luft keine weitere Aenderung in den Festigkeitseigenschaften.

Umfang der Versuche.

Die Prüfung umfaßt 14 Papiere, deren Haupteigenschaften in der untenstehenden Tabelle A aufgeführt sind. In den folgenden Tabellen sind der Kürze halber nur die laufenden Nummern der Papiere aufgeführt.

Die Prüfung erstreckte sich auf die Ermittelung der Reißlänge, Dehnung und des Feuchtigkeitsgehaltes bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100%, 90% u. s. w. bis 30%.

Tabelle A. **Die Haupteigenschaften der 14 untersuchten Papiere.**

Lfde. Nr.	Art der Papiere	Festigkeitseigenschaften bei 65 % Luftfeuchtigkeit: Reißlänge in km	Festigkeitseigenschaften bei 65 % Luftfeuchtigkeit: Dehnung in %	Stoffzusammensetzung	Aschengehalt %	Leimung
1	Schreibpapier	4,15	3,4	Leinen 90 % Baumwolle 10 „	1,0	Harz Stärke
2	Schreibpapier	3,95	3,3	Holzcellulose 50 % Baumwolle 25 „ Leinen 25 „	3,0	Harz Stärke
3	Schreibpapier	3,05	2,1	Strohcellulose 65 % Baumwolle 25 „ Leinen 10 „	10,0	Harz Stärke
4	Schreibpapier	3,15	2,4	Strohcellulose 50 % Leinen 40 „ Baumwolle 10 „	9,0	Harz Stärke
5	Druckpapier	2,35	1,4	Holzschliff 70 % Holzcellulose 10 „ Baumwolle 10 „ Leinen 10 „	11,8	Harz Spuren Stärke
6	Schreibpapier	6,05	9,8	Baumwolle 90 % Leinen 10 „	1,0	Thierleim geringe Mengen Stärke
7	Schreibpapier	3,90	3,0	Leinen 85 % Baumwolle 15 „	1,3	Harz Stärke
8	Kupferdruckpapier	2,15	2,4	Leinen 35 % Baumwolle 30 „ Holzcellulose 20 „ Strohcellulose 15 „	17,5	ungeleimt Stärke nicht vorhanden
9	Schreibpapier	6,10	2,9	Holzcellulose	3,3	Harz geringe Mengen Stärke
10	Japanisches Papier	7,85	3,4	Gampifaser	1,8	—
11	Schreibpapier	4,75	4,0	Leinen	2,0	Harz, Stärke
12	Schreibpapier (Handpapier)	4,30	5,6	Leinen 60 % Baumwolle 40 „	0,7	Thierleim Spuren Stärke
13	Schreibpapier	6,30	3,3	Holzcellulose 60 % Baumwolle 25 „ Leinen 15 „	1,3	Harz Stärke
14	Packpapier	3,65	3,1	Leinen 80 % Baumwolle 10 „ Holzcellulose 5 „ Strohcellulose 5 „	13,0	Harz Stärke

Versuchs-Ergebnisse.

In der Tabelle B sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt. Die aufgeführten Werthe sind Mittel aus je 5 Versuchen. In Fig. 1 sind für Reißlänge, Dehnung und Feuchtigkeitsgehalt des Papiers die Mittelwerthe aus Längs- und Querrichtung graphisch aufgetragen.

Der Verlauf der Schaulinien ist bei sämmtlichen Papieren ein ziemlich regelmäßiger und zeigt deutlich, daß bei steigender Luftfeuchtigkeit die Reißlänge abnimmt und die Dehnung zunimmt. Für die bei dem Feuchtigkeitsgehalt von 100 % vorkommenden Unregelmäßigkeiten sind oben die Gründe angeführt; für die bei 30 % vorkommenden Abweichungen in der

Tabelle B. Die bei der Prüfung gefundenen Mittelwerthe für Bruchlast, Bruchdehnung und Reißlänge.

Papier Nr.	Feuchtigkeit der Luft beim Zerreißen %	Feuchtigkeit der Streifen beim Zerreißen %	Bruchlast kg		Bruchdehnung %			Reißlänge km		
			Maschinenrichtung	Querrichtung	Maschinenrichtung	Querrichtung	Mittelwerthe	Maschinenrichtung	Querrichtung	Mittelwerthe
1	100	16,7	2,18	1,33	3,2	6,6	4,9	2,23	1,37	1,80
	90	10,2	2,99	1,92	3,1	5,9	4,5	3,04	1,96	2,50
	80	7,7	3,94	2,67	2,7	5,4	4,1	4,05	2,75	3,40
	70	7,2	4,50	2,87	2,6	4,9	3,8	4,63	2,95	3,79
	60	5,2	5,06	3,16	2,2	4,3	3,3	5,09	3,18	4,14
	50	4,0	5,25	3,46	1,6	3,0	2,3	5,28	3,52	4,40
	40	3,2	5,64	3,51	1,3	2,8	2,1	5,80	3,57	4,69
	30	2,4	5,82	3,58	1,3	2,1	1,7	5,95	3,66	4,81
2	100	15,4	4,39	3,06	3,2	6,2	4,7	2,03	1,41	1,72
	90	10,4	6,20	4,01	3,0	5,9	4,5	2,87	1,84	2,36
	80	7,6	9,20	5,30	2,7	5,1	3,9	4,28	2,46	3,37
	70	6,4	10,20	5,96	2,5	4,7	3,6	4,72	2,76	3,74
	60	5,3	10,80	6,51	2,1	4,2	3,2	5,00	2,99	4,00
	50	4,1	11,62	7,07	1,8	3,2	2,5	5,33	3,25	4,29
	40	3,3	12,54	7,11	1,7	2,6	2,2	5,81	3,27	4,54
	30	2,7	12,72	7,18	1,5	2,3	1,9	5,90	3,30	4,60
3	100	16,6	1,19	0,84	2,8	5,8	4,3	1,34	0,95	1,15
	90	11,9	2,04	1,38	2,4	4,6	3,5	2,28	1,55	1,92
	80	9,5	2,55	1,75	2,0	4,2	3,1	2,87	1,97	2,42
	70	7,1	3,17	2,20	1,5	2,8	2,2	3,52	2,46	2,99
	60	5,5	3,27	2,35	1,4	2,3	1,9	3,63	2,59	3,11
	50	5,0	3,90	2,52	1,1	1,8	1,5	4,36	2,80	3,58
	40	3,5	3,95	2,66	1,0	1,5	1,3	4,39	2,96	3,68
	30	2,9	4,05	2,84	1,0	1,3	1,2	4,47	3,16	3,82
4	100	17,0	1,27	0,83	2,5	5,7	4,1	1,44	0,94	1,19
	90	12,3	1,97	1,20	2,2	5,0	3,6	2,22	1,35	1,79
	80	9,4	2,59	1,57	2,0	4,2	3,1	2,95	1,79	2,37
	70	7,3	3,21	2,11	1,7	3,4	2,6	3,59	2,37	2,98
	60	5,5	3,52	2,23	1,6	2,9	2,3	3,96	2,52	3,24
	50	5,2	3,86	2,45	1,5	2,4	2,0	4,34	2,76	3,55
	40	3,8	3,94	2,59	1,2	1,9	1,6	4,46	2,93	3,70
	30	2,7	4,26	2,69	1,1	1,4	1,3	4,79	3,03	3,91
5	100	16,8	0,77	0,37	1,7	3,1	2,4	1,18	0,56	0,87
	90	12,3	1,13	0,71	1,7	2,7	2,2	1,71	1,07	1,39
	80	9,3	1,48	1,01	1,3	2,3	1,8	2,22	1,53	1,88
	70	7,4	1,87	1,19	1,1	1,8	1,5	2,83	1,83	2,33
	60	6,3	1,92	1,19	1,0	1,7	1,4	2,90	1,79	2,35
	50	5,5	2,12	1,34	1,0	1,5	1,3	3,21	2,03	2,62
	40	3,2	2,25	1,38	0,9	1,2	1,1	3,43	2,09	2,76
	30	2,4	2,31	1,42	0,7	1,1	0,9	3,52	2,15	2,84
6	100	21,5	3,07	2,59	8,9	14,1	11,5	2,41	2,03	2,22
	90	13,5	4,89	3,67	9,8	14,4	12,1	3,83	2,88	3,36
	80	8,9	7,41	5,21	10,2	13,7	12,0	5,75	4,06	4,91
	70	8,4	8,64	6,20	8,9	12,1	10,5	6,77	4,83	5,80
	60	6,5	9,24	6,42	8,1	9,9	9,0	7,20	5,00	6,10
	50	5,6	9,86	6,80	6,6	7,6	7,1	7,68	5,32	6,50
	40	3,4	10,18	6,78	4,0	4,0	4,0	7,93	5,31	6,62
	30	2,3	9,60	6,82	2,9	3,1	3,0	7,45	5,31	6,38
7	100	15,2	2,34	1,75	3,2	6,3	4,8	1,68	1,23	1,46
	90	11,3	3,41	2,30	2,8	5,8	4,3	2,40	1,64	2,02
	80	6,5	5,57	4,03	2,5	4,7	3,6	4,06	3,00	3,53
	70	6,2	5,74	4,14	2,1	4,3	3,2	4,25	3,09	3,67
	60	5,5	6,15	4,49	1,9	3,9	2,9	4,50	3,33	3,92
	50	4,6	6,59	4,71	1,7	3,4	2,6	4,76	3,43	4,20
	40	3,8	6,74	4,93	1,6	3,3	2,5	4,91	3,61	4,26
	30	2,3	7,21	5,05	1,5	2,6	2,1	5,39	3,80	4,60

Papier Nr.	Feuchtigkeit der Luft beim Zerreißen %	Feuchtigkeit der Streifen beim Zerreißen %	Bruchlast kg		Bruchdehnung %			Reißlänge km		
			Maschinenrichtung	Querrichtung	Maschinenrichtung	Querrichtung	Mittelwerthe	Maschinenrichtung	Querrichtung	Mittelwerthe
8	100	16,7	1,62	1,14	2,6	5,5	4,1	1,02	0,71	0,87
	90	12,5	2,53	1,56	2,4	5,0	3,7	1,57	0,97	1,27
	80	6,6	3,58	2,36	2,2	4,1	3,2	2,20	1,48	1,84
	70	5,5	4,01	2,54	1,7	3,1	2,4	2,45	1,59	2,02
	60	5,1	4,12	2,58	1,6	2,8	2,2	2,51	1,62	2,07
	50	4,4	4,73	2,98	1,5	2,5	2,0	2,90	1,87	2,39
	40	4,0	4,89	3,19	1,4	2,3	1,9	3,07	2,00	2,54
	30	3,1	5,32	3,43	1,2	2,2	1,7	3,26	2,15	2,71
9	100	19,0	3,71	2,09	1,9	6,8	4,4	3,69	2,07	2,88
	90	14,1	5,42	3,27	2,1	6,9	4,5	5,39	3,25	4,32
	80	9,9	6,91	4,08	1,8	6,0	3,9	6,87	3,99	5,43
	70	8,4	7,77	4,26	1,6	4,9	3,3	7,72	4,17	5,95
	60	7,6	7,93	4,37	1,4	4,0	2,7	7,88	4,30	6,09
	50	5,4	8,11	4,42	1,4	2,9	2,2	8,11	4,35	6,23
	40	4,4	8,84	4,50	1,3	2,3	1,8	8,79	4,45	6,62
	30	3,6	8,96	4,51	1,2	1,8	1,5	8,96	4,44	6,70
10	100	21,1	7,17	5,96	4,6	5,2	4,9	4,06	3,54	3,80
	90	11,5	13,01	11,34	4,5	4,4	4,5	7,32	6,69	7,01
	80	9,8	14,96	11,92	3,9	3,8	3,9	8,44	7,03	7,74
	70	8,7	15,54	12,16	3,5	3,5	3,5	8,55	7,20	7,88
	60	8,3	14,60	12,32	3,2	3,2	3,2	8,06	7,29	7,68
	50	6,4	15,36	12,72	2,9	2,9	2,9	8,62	7,56	8,09
	40	5,0	16,22	12,52	2,9	2,8	2,9	8,99	7,34	8,17
	30	3,3	14,88	11,92	2,1	2,2	2,2	8,17	7,08	7,63
11	100	15,8	2,77	2,72	4,1	7,3	5,7	2,14	2,16	2,15
	90	12,2	4,36	3,65	4,0	7,1	5,6	3,35	2,78	3,07
	80	6,8	6,15	4,99	3,2	5,9	4,6	4,92	3,82	4,37
	70	6,0	6,49	5,26	2,9	5,6	4,3	5,12	4,04	4,58
	60	5,6	6,69	5,65	2,4	5,2	3,8	5,38	4,38	4,88
	50	4,9	7,08	5,84	2,3	4,5	3,4	5,52	4,34	4,93
	40	4,4	7,58	6,24	1,9	4,2	3,1	5,94	4,74	5,34
	30	2,4	7,61	6,41	1,7	2,4	2,1	5,96	5,17	5,57
12	100	16,3	4,20	3,32	6,0	8,5	7,3	2,06	1,64	1,85
	90	14,6	5,55	4,49	6,7	8,6	7,7	2,72	2,22	2,47
	80	7,6	9,05	6,44	5,6	7,4	6,5	4,43	3,17	3,80
	70	7,1	9,28	6,66	5,0	6,8	5,9	4,68	3,44	4,06
	60	6,4	9,75	7,26	4,8	5,8	5,3	4,88	3,69	4,29
	50	5,1	10,82	8,66	4,6	5,6	5,1	5,28	4,23	4,76
	40	5,2	11,52	8,48	4,3	5,1	4,7	5,62	4,21	4,92
	30	2,8	11,96	8,04	3,3	3,9	3,6	5,90	4,16	5,03
13	100	17,4	3,75	2,80	2,9	6,9	4,9	3,12	2,29	2,71
	90	15,1	4,58	3,55	2,9	7,0	5,0	3,60	2,75	3,18
	80	7,7	8,46	5,79	2,5	5,3	3,9	6,99	4,74	5,87
	70	7,1	8,83	6,01	2,2	4,9	3,6	7,26	4,92	6,09
	60	6,1	9,45	6,33	1,8	4,2	3,0	7,83	5,11	6,47
	50	5,3	10,28	6,58	1,7	3,4	2,6	8,30	5,36	6,83
	40	4,2	10,44	6,68	1,6	3,0	2,3	8,70	5,52	7,11
	30	2,8	10,58	6,71	1,5	2,4	2,0	8,61	5,56	7,09
14	100	14,2	2,72	2,30	3,4	7,4	5,4	2,02	1,70	1,86
	90	10,9	4,10	2,94	3,3	6,3	4,8	3,06	2,20	2,63
	80	6,9	5,31	3,72	2,6	5,1	3,9	3,92	2,77	3,35
	70	6,8	5,48	3,99	2,5	4,8	3,7	4,08	2,99	3,54
	60	6,0	5,62	4,25	1,8	3,6	2,7	4,16	3,14	3,65
	50	4,7	6,26	4,32	1,7	2,9	2,3	4,58	3,20	3,89
	40	3,8	6,35	4,40	1,4	2,2	1,8	4,65	3,27	3,96
	30	2,3	6,47	4,59	1,3	1,9	1,6	4,81	3,43	4,12

Bruchlast dürfte der Grund in dem Umstande zu suchen sein, daß das Papier, infolge seiner bei dieser Stufe geringen Dehnbarkeit, gegen Fehler bei der Einspannung sehr empfindlich

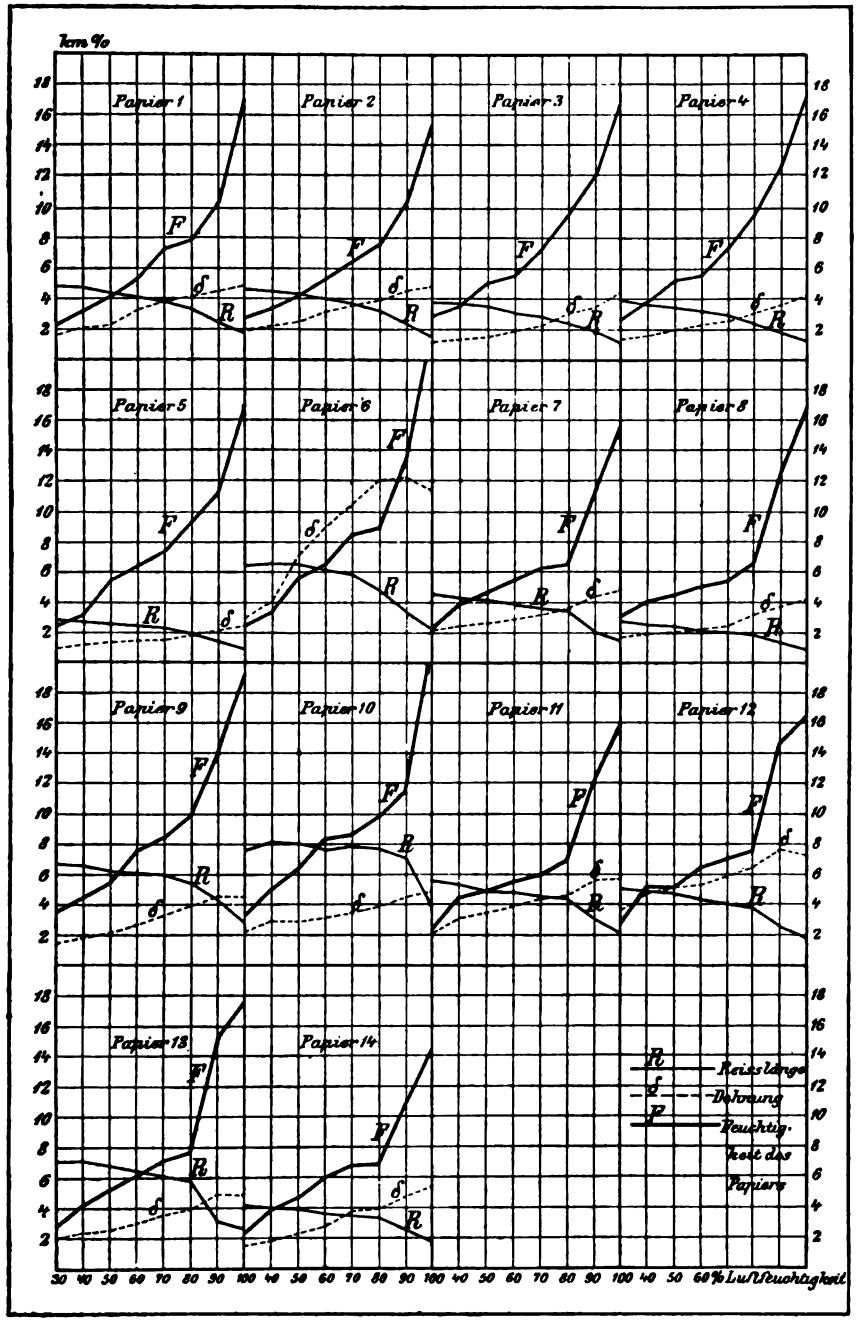


Fig. 1.

wird. Die Ursache des bei Papier Nr. 10 bei 60 % für die Reißlänge gefundenen niedrigen Werthes ließ sich nachträglich nicht mit Sicherheit feststellen. Die übrigen Unregelmäßigkeiten in dem Verlauf der Schaulinien für Reißlänge und Dehnung bewegen sich innerhalb der

zu erwartenden Fehlergrenzen und sind für die nachfolgenden Tabellen auf graphischem Wege ausgeglichen worden.

Tabelle C enthält die aus den Schaulinien entnommenen ausgeglichenen Werthe für Reißlänge und Dehnung; Tabelle D enthält die Werthe für den Feuchtigkeitsgehalt. In diese Tabellen sind auch die Werthe bei 65 % relativer Feuchtigkeit eingetragen. Direkte Bestimmungen sind bei diesem Feuchtigkeitsgrad nicht ausgeführt worden, weil es zu der Zeit, da diese Versuche angefangen wurden, noch nicht bestimmt war, daß die bei dieser Stufe gefundenen Werthe für die amtliche Prüfung maßgebend sein sollten.

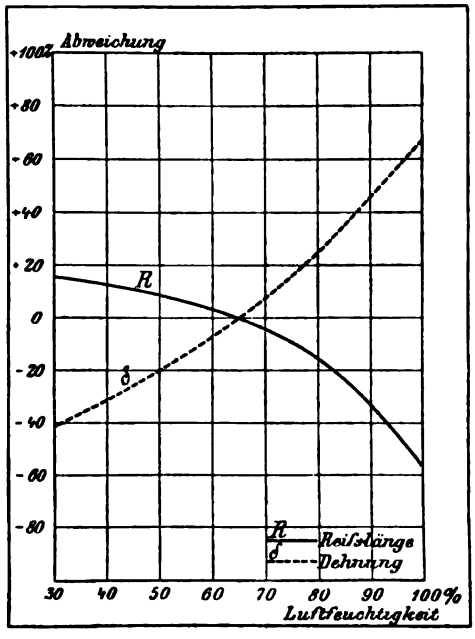


Fig. 2.

Um die Größe der Aenderungen der Festigkeitswerthe der Papiere untereinander direkt vergleichbar zu machen, sind in Tabelle E die procentuellen Abweichungen von den für 65 % ermittelten Werthen zusammengestellt. Die unterste Reihe enthält die Mittelwerthe der bei sämmtlichen geprüften Papieren für jede Stufe gefundenen Abweichungen. In den mit Δ bezeichneten Reihen sind die bei den einzelnen Papieren vorkommenden Abweichungen von diesem Mittelwerth gegeben.

Soweit die Anzahl der geprüften Papiere als eine genügende betrachtet werden kann, geben nun diese Mittelwerthe ein Bild von den Beziehungen zwischen der relativen Luftfeuchtigkeit und den Festigkeitseigenschaften des Papiers.

In Fig. 2 sind die Werthe für die Abweichungen aufgetragen.

Aus den gemachten Beobachtungen dürften folgende Schlußfolgerungen zu ziehen sein:

Die Reißlänge nimmt bei zunehmender relativer Luftfeuchtigkeit ab, die Dehnung zu.

Die procentuelle Zu- und Abnahme bei Reißlänge und Dehnung ist für Maschinen- und Querrichtung fast gleich.

Die procentuellen Aenderungen weichen bei verschiedenen Papieren erheblich von einander ab.

Die Stoffzusammensetzung, die Festigkeit und die Art der Leimung haben, wenn man von dem japanischen Papier absieht, keinen ausgeprägten Einfluß auf die Aenderungen.

Da die Aenderungen der Festigkeitswerthe den Aenderungen der relativen Luftfeuchtigkeit nicht proportional sind, so läßt sich deren Beziehung zu einander nicht durch eine einfache Formel wiedergeben. Um die für 65 % Luftfeuchtigkeit geltenden Festigkeitswerthe zu ermitteln, muß man aus der Tabelle E oder aus der graphischen Darstellung die Abweichung entnehmen, welche der Feuchtigkeitsstufe entspricht, bei welcher die Prüfung ausgeführt wurde, und die Berechnung nach den Formeln $R_{65} = R_p \left(\frac{100}{100 \pm n}\right)$ und $D_{65} = D_p \left(\frac{100}{100 \mp n}\right)$

Tabelle C. Die ausgeglichenen Werthe für Reißlänge und Dehnung.

Papier Nr.	Reißlänge in km bei einer Luftfeuchtigkeit von								
	100 %	90 %	80 %	70 %	65 %	60 %	50 %	40 %	30 %
1	1,80	2,65	3,40	3,90	4,15	4,30	4,45	4,70	4,80
2	1,70	2,60	3,30	3,75	3,95	4,05	4,35	4,45	4,60
3	1,15	1,90	2,50	2,90	3,05	3,20	3,45	3,65	3,80
4	1,15	1,85	2,45	3,00	3,15	3,30	3,55	3,75	3,90
5	0,85	1,45	1,90	2,20	2,35	2,45	2,65	2,80	2,85
6	2,10	3,75	4,95	5,80	6,05	6,25	6,55	6,60	6,65
7	1,45	2,50	3,30	3,75	3,90	4,00	4,25	4,40	4,50
8	0,90	1,45	1,85	2,00	2,15	2,20	2,35	2,50.	2,70
9	2,95	4,35	5,50	6,00	6,10	6,20	6,35	6,50	6,65
10	3,90	6,85	7,60	7,80	7,85	7,90	7,95	8,00	8,00
11	2,20	3,30	4,20	4,60	4,75	4,85	5,10	5,35	5,50
12	1,85	2,85	3,60	4,10	4,30	4,50	4,75	4,90	5,00
13	2,65	4,00	5,25	6,10	6,30	6,50	6,75	7,00	7,20
14	1,90	2,70	3,20	3,55	3,65	3,75	3,90	4,00	4,05

Papier Nr.	Dehnung in % bei einer Luftfeuchtigkeit von								
	100 %	90 %	80 %	70 %	65 %	60 %	50 %	40 %	30 %
1	4,9	4,5	4,1	3,7	3,4	3,1	2,6	2,1	1,6
2	5,0	4,4	4,0	3,5	3,3	3,0	2,6	2,2	1,9
3	4,4	3,6	3,0	2,4	2,1	1,9	1,6	1,3	1,2
4	4,2	3,6	3,1	2,6	2,4	2,3	1,9	1,6	1,3
5	2,6	2,1	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
6	12,9	12,4	11,7	10,6	9,8	9,0	6,9	4,4	3,0
7	5,2	4,3	3,6	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2
8	4,3	3,6	3,0	2,5	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8
9	5,2	4,5	3,8	3,2	2,9	2,6	2,2	1,8	1,5
10	5,3	4,5	3,9	3,5	3,4	3,2	2,9	2,6	2,3
11	6,3	5,4	4,7	4,3	4,0	3,8	3,2	2,7	2,2
12	8,4	7,4	6,6	5,9	5,6	5,4	4,9	4,4	3,9
13	5,4	4,7	4,0	3,5	3,3	3,1	2,6	2,3	2,0
14	5,8	4,8	4,0	3,4	3,1	2,8	2,3	1,9	1,6

Tabelle D. Die ausgeglichenen Werthe für den Feuchtigkeitsgehalt.

Papier Nr.	Feuchtigkeitsgehalt in % bei einer Luftfeuchtigkeit von								
	100%	90%	80%	70%	65%	60%	50%	40%	30%
1	14,8	10,2	8,1	6,6	5,9	5,3	4,1	3,1	2,4
2	15,6	10,4	7,8	6,4	5,8	5,3	4,3	3,4	2,6
3	16,8	12,1	9,3	7,1	6,3	5,6	4,5	3,5	2,7
4	17,4	12,3	9,4	7,2	6,4	5,7	4,6	3,6	2,7
5	17,1	12,4	9,4	7,4	6,8	6,3	5,2	4,0	2,9
6	19,5	13,3	10,0	8,1	7,3	6,6	5,1	3,7	2,6
7	15,7	10,5	7,4	6,1	5,6	5,2	4,3	3,5	2,6
8	17,2	9,9	7,2	5,8	5,4	5,0	4,2	3,4	2,5
9	19,4	13,6	10,2	8,6	7,9	7,2	5,8	4,6	3,4
10	21,3	12,5	10,3	8,9	8,2	7,6	6,4	5,1	3,8
11	16,0	10,3	7,5	6,2	5,7	5,3	4,4	3,5	2,6
12	16,6	10,7	8,5	7,2	6,7	6,1	5,1	4,1	3,1
13	17,8	11,8	8,5	7,1	6,5	6,0	5,0	4,0	3,0
14	14,6	9,7	7,9	6,8	6,3	5,8	4,8	3,9	2,9
Summe	239,8	159,7	121,5	99,5	90,8	83,0	67,8	53,4	39,8
Mittel	17,1	11,4	8,7	7,1	6,5	5,9	4,8	3,8	2,8

Tabelle E. Die procentualen Abweichungen in den Werthen für Reißlänge und Dehnung, bezogen auf die bei 65 % ermittelten Werthe.

Papier Nr.	Abweichung der Reißlänge von den bei 65 % Luftfeuchtigkeit ermittelten Werthen in %															
	100 %		90 %		80 %		70 %		65 %		60 %		50 %		40 %		30 %	
	−	Δ	−	Δ	−	Δ	−	Δ		Δ	+	Δ	+	Δ	+	Δ	+	Δ
1	56,6	−1,1	36,1	+ 3,1	18,1	+ 3,0	6,0	+1,8	0,0	—	3,6	+0,5	7,2	−1,4	13,3	+ 0,6	15,7	− 0,1
2	57,0	−0,7	34,2	+ 1,2	16,5	+ 1,4	5,1	+0,9	0,0	—	2,5	+0,6	10,1	+1,5	12,7	± 0,0	16,5	+ 0,7
3	62,3	+4,6	37,7	+ 4,7	18,0	+ 2,9	4,9	+0,7	0,0	—	4,9	+1,8	13,1	+4,5	19,7	+ 7,0	24,6	+ 8,8
4	63,5	+5,8	41,3	+ 8,3	22,2	+ 7,1	4,8	+0,6	0,0	—	4,8	+1,7	12,7	+4,1	19,0	+ 6,3	23,8	+ 8,0
5	63,8	+6,1	38,3	+ 5,3	19,1	+ 4,0	6,4	+2,2	0,0	—	4,3	+1,2	12,8	+4,2	19,1	+ 6,4	21,3	+ 5,5
6	65,3	+7,6	38,0	+ 5,0	18,2	+ 3,1	4,1	−0,1	0,0	—	3,3	+0,2	8,3	−0,3	9,1	− 3,6	9,9	− 5,9
7	62,8	+5,1	35,9	+ 2,9	15,4	+ 0,3	3,8	−0,4	0,0	—	2,6	−0,5	9,0	+0,4	12,8	+ 0,1	15,4	− 0,4
8	58,1	+0,4	32,6	− 0,4	14,0	− 1,1	7,0	+2,8	0,0	—	2,3	−0,8	9,3	+0,7	16,3	+ 3,6	25,6	+ 9,8
9	51,6	−6,1	28,7	− 4,3	9,8	− 5,3	1,6	−2,6	0,0	—	1,6	−1,5	4,1	−4,5	6,6	− 6,1	9,0	− 6,8
10	50,3	−7,4	12,7	−20,3	3,2	−11,9	0,6	−3,6	0,0	—	0,6	−2,5	1,3	−7,3	1,9	−10,8	1,9	−13,8
11	53,7	−4,0	30,5	− 2,5	11,6	− 3,5	3,2	−1,0	0,0	—	2,1	−1,0	7,4	−1,2	12,6	− 0,1	15,8	± 0,0
12	57,0	−0,7	33,7	+ 0,7	16,3	+ 1,2	4,7	+0,5	0,0	—	4,7	+1,6	10,5	+1,9	14,0	+ 1,3	16,3	+ 0,5
13	57,9	+0,2	36,5	+ 3,5	16,7	+ 1,6	3,2	−1,0	0,0	—	3,2	+0,1	7,1	−1,5	11,1	− 1,6	14,3	− 1,5
14	47,9	−9,8	26,0	− 7,0	12,3	− 2,8	2,7	−1,5	0,0	—	2,7	−0,4	6,8	−1,8	9,6	− 3,1	11,0	− 4,8
Summe	807,8	—	462,2	—	211,4	—	58,1	—	0,0	—	43,2	—	119,7	—	177,8	—	221,1	—
Mittel	57,7	—	33,0	—	15,1	—	4,2	—	—	—	3,1	—	8,6	—	12,7	—	15,8	—

Papier Nr.	Abweichung der Dehnung von den bei 65 % Luftfeuchtigkeit ermittelten Werthen in %															
	100 %		90 %		80 %		70 %		65 %		60 %		50 %		40 %		30 %	
	+	Δ	+	Δ	+	Δ	+	Δ		Δ	−	Δ	−	Δ	−	Δ	−	Δ
1	44,1	−23,3	32,4	−11,1	20,6	− 3,6	8,8	+1,3	0,0	—	8,8	+1,5	23,5	+3,4	38,2	+ 6,4	52,9	+11,6
2	51,5	−15,9	33,3	−10,1	21,2	− 3,0	6,1	−1,4	0,0	—	9,1	+1,8	21,2	+0,1	33,3	+ 1,5	42,4	+ 1,1
3	109,5	+42,1	71,4	+27,9	42,9	+18,7	14,3	+6,8	0,0	—	9,5	+2,2	23,8	+3,7	38,1	+ 6,3	42,9	+ 1,6
4	75,0	+ 7,6	50,0	+ 6,5	29,2	+ 5,0	8,3	+0,8	0,0	—	4,2	−3,1	20,8	+0,7	33,3	+ 1,5	45,8	+ 4,5
5	85,7	+17,3	50,0	+ 6,5	28,6	+ 4,4	7,1	−0,4	0,0	—	7,1	−0,2	14,3	−5,8	21,4	−10,4	28,6	−12,7
6	31,6	−25,8	26,5	−17,0	19,4	− 4,8	8,2	+0,7	0,0	—	8,2	+0,9	29,6	+9,5	55,1	+23,3	69,4	+28,1
7	73,3	+ 5,9	43,3	− 0,2	20,0	− 4,2	6,7	−0,8	0,0	—	6,7	−0,6	13,3	−6,8	20,0	−11,8	26,7	−14,6
8	79,2	+11,8	50,0	+ 6,5	25,0	+ 0,8	4,2	−3,3	0,0	—	8,3	+1,0	16,7	−3,4	20,8	−11,0	25,0	−16,3
9	79,3	+11,9	55,2	+11,7	31,0	+ 6,8	10,3	+2,8	0,0	—	10,3	+3,0	24,1	+4,0	37,9	+ 6,1	48,3	+ 7,0
10	55,9	−11,5	32,4	−11,1	14,7	− 9,5	2,9	−4,6	0,0	—	5,9	−1,4	14,7	−5,4	23,5	− 8,3	32,4	− 8,9
11	57,5	− 9,9	35,0	− 8,5	17,5	− 6,7	7,5	±0,0	0,0	—	5,0	−2,3	20,0	−0,1	32,5	+ 0,7	45,0	+ 3,7
12	50,0	−17,4	32,1	−11,3	17,9	− 6,3	5,4	−2,1	0,0	—	3,6	−3,7	12,5	−7,6	21,4	−10,4	30,4	−10,9
13	63,6	− 3,8	42,4	− 1,1	21,2	− 3,0	6,1	−1,4	0,0	—	6,1	−1,2	21,2	+0,1	30,3	− 1,5	39,4	− 1,9
14	87,1	+19,7	54,8	+11,3	29,0	+ 4,8	9,7	+2,2	0,0	—	9,7	+2,4	25,8	+5,7	38,7	+ 6,9	48,4	+ 7,1
Summe	943,3	—	608,8	—	338,2	—	105,6	—	0,0	—	102,5	—	281,5	—	444,5	—	577,6	—
Mittel	67,4	—	43,5	—	24,2	—	7,5	—	—	—	7,3	—	20,1	—	31,8	—	41,3	—

ausführen, wobei R_{65} = Reißlänge bei 65 %, R_p = Reißlänge bei p %, D_{65} = Dehnung bei 65 %, D_p = Dehnung bei p % ist und n die aus der Tabelle oder der graphischen Darstellung entnommene Abweichung bei p % bedeutet.

Die Fehler, welche man bei einer in obiger Weise vorgenommenen Umrechnung zu befürchten hat, sind aus Tabelle E, Reihe Δ ersichtlich. Sie werden um so größer, je mehr die Luftfeuchtigkeit, bei welcher die Prüfung ausgeführt wurde, von 65 % abweicht. Besonders ist dies bei der Dehnung der Fall. Aus diesem Grunde dürfte es, damit die berechneten Werthe einigermaßen zuverlässig werden, nothwendig sein, die Umrechnungen auf die zwischen 40 % und 80 % relativer Luftfeuchtigkeit ausgeführten Versuche zu beschränken. In der untenstehenden Tabelle sind innerhalb dieser Grenze von 5 zu 5 % die Faktoren be-

rechnet, mit welchen man die gefundenen Werthe für Reißlänge und Dehnung zu multipliciren hat, um die Werthe bei 65% zu erhalten.

Relative Luftfeuchtigkeit beim Zerreißen in %	Faktor für	
	Reißlänge	Dehnung
80	1,18	0,80
75	1,11	0,87
70	1,04	0,93
60	0,97	1,08
55	0,94	1,16
50	0,92	1,25
45	0,90	1,36
40	0,88	1,47

Wegen der ungleichmäßigen Aenderungen verschiedener Papiere ist eine solche Umrechnung der Versuchsergebnisse nur als Nothbehelf zu betrachten, den man nur in Anspruch nehmen soll, wenn es absolut unmöglich ist, die Versuche bei 65% auszuführen.

4. Ueber den Einfluß von Si-Stoffzusatz auf das Abbinden von Portland-Cement.

Von H. Burchartz, ständigem Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

Gelegentlich einer Untersuchung, die über die Einwirkung von Si-Stoff, eines in den letzten Jahren bekannt gewordenen, von Schweden eingeführten Fabrikabfallstoffes[1]), auf die Festigkeitseigenschaften von Portland-Cementmörtel Aufschluß geben sollte, stellte es sich heraus, daß sich der Mörtel, der 20% Si-Stoff enthielt, nach dem Anmachen mit Wasser beim Mischen stark erwärmte und so schnell abband, daß er sich kaum in die Formen schlagen ließ, während der reine Cementmörtel und diejenigen mit geringeren Zusätzen kein außergewöhnliches Verhalten beim Verarbeiten zeigten. Man vermuthete zunächst eine Verwechselung des für die Versuche bestimmten Cementes, der als Langsambinder festgestellt war, mit einem anderen, schnellbindenden, und nachdem diese Vermuthung sich als unbegründet erwies, daß der Cement durch längeres Lagern seine Bindezeit verändert hätte. Die Nachprüfung des reinen Cementes auf Abbindezeit ergab jedoch, daß dieser ebenso langsambindend war wie zuvor. Die Veränderung mußte also auf den Si-Stoffzusatz zurückgeführt werden.

Eine Reihe von Vorversuchen, die sich zunächst nur auf höhere Zuschläge an Si-Stoff erstreckten, bestätigten diesen Befund. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Tabelle 1[2]) mitgetheilt. Aus ihnen ist ersichtlich, daß in allen Fällen durch die Si-Zusätze eine deutliche Veränderung der Abbindezeit, und zwar eine mit der Höhe des Zusatzes lebhaft fortschreitende Verkürzung des Abbindevorganges bewirkt wurde, die bei einzelnen Cementen soweit führte,

[1]) Der Si-Stoff ist ein Abfallstoff der Alaunfabrikation, der zuerst von Schweden für Zwecke der Cementmörtelbereitung eingeführt wurde, jedoch auch von Alaunfabriken in Deutschland zu haben sein würde.

[2]) In der Tabelle bedeutet der angegebene Zusatz an Si-Stoff dessen Menge in 100 Gewichtstheilen der Mischung. Z. B. besteht die Mischung mit 10% Si-Stoff aus 90 Gewichtstheilen Cement + 10 Gewichtstheilen Si-Stoff.

Tabelle 1.

Lfd. Nr.	Herkunft des Cementes	Höhe des Si-Stoff-Zusatzes %	Wasser-Zusatz %	Feuchtigkeit der Luft %	Wärme der Luft C°	Wärme des Anmachewassers u. Cementes C°	Wärme des angemachten Cementbreies C°	Wärmeerhöhung 1 Min. nach dem Anmachen C°	Wärmeerhöhung bis zum Abbinden C°	Erhärtungs-Anfang nach	Abgebunden in	Bemerkungen
1	Rüdersdorfer Cement	0	26,2	56	17,5	16,2	17,8	0,4	1,2	5 Std.	9 Std.	Der Cement hatte nach dem Eingange 4 Woch. an der Luft gelegen.
		10	31,0	56	17,5	16,2	24,8	1,2	2,7	15 Min.	1Std 45Min.	
		20	35,0	56	17,5	16,5	24,0	3,5	10,5	2 „	8 Min.	
		0	27,5	76	15,8	15,8	17,0	0,3	1,2	3Std.30Min.	12 Std.	Derselbe Cement nach 16 Wochen Lagerung an der Luft.
		10	31,0	74	15,6	15,8	18,0	0,4	7,8	20 Min.	32 Min.	
		20	33,5	73	15,8	15,8	19,5	0,5	3,5	20 „	45 „	
2	Belgischer Cement	0	34,0	63	17,5	17,0	17,0	0,0	2,6	7 Std.	12 Std.	Nach 12 St. noch leichter Nadeleindruck sichtbar
		10	32,0	52	16,8	16,0	18,8	0,2	0,4	4 „	8 „	—
		20	36,0	55	16,8	16,0	20,0	1,2	1,3	2Std.30Min.	5 „	—
3	Dänischer Cement	0	29,0	65	17,0	15,0	15,2	0,2	3,0	9 Std.	17 Std.	—
		20	39,0	72	18,5	17,0	20,0	2,5	2,8	2 „	6 „	—
4	Ungarischer Cement	0	29,2	74	18,0	17,0	17,5	0,9	1,2	Nicht festgestellt	30 Std.	—
		10	31,0	65	17,0	16,5	17,8	0,4	0,7	8 Std.	12 „	Nach 12 Std. noch schwacher Nadeleindruck sichtbar.
		20	33,0	65	17,0	16,5	20,0	1,2	1,5	5 „	10 „	
		25	35,0	65	17,0	16,5	21,8	1,0	2,2	3 „	8 „	—
5	desgl.	0	29,0	74	18,0	17,0	17,0	0,8	1,8	Nicht festgestellt	30 Std.	—
		10	31,0	60	18,0	17,0	18,2	0,3	0,6	5 Std.	12 „	Nach 12 Std. noch schwacher Nadeleindruck sichtbar.
		20	33,5	61	17,5	17,0	19,8	0,8	1,7	1Std.20Min.	6 „	—
		25	34,5	56	18,0	17,0	18,8	0,2	4,4	20 Min.	4 „	—
6	Schlesischer Cement	0	27,5	57	17,5	15,2	16,8	0,4	13,7[1]	3 Std.	7 Std.	—
		5	30,0	56	16,5	15,0	17,5	2,0	11,5	16 Min.	1Std.30Min.	—
		10	32,0	56	15,8	15,0	27,0	4,0	7,5	½ „	5 Min.	Der Cementbrei ließ sich kaum ½ bis 1 Min. verrühren.
		15	38,0	59	16,3	15,2	25,0	2,0	12,0	1 „	6 „	
		20	41,0[2]	59	16,3	15,3	20,0	2,5	14,8	3 „	11 „	
		25	40,0	56	16,2	15,0	20,5	5,0	13,3	2 „	6 „	—
		30	41,0	56	16,4	15,0	20,0	1,5	11,0	6 „	35 „	—

[1]) Die Wärmeerhöhung trat kurze Zeit vor dem vollständigen Abbinden ein.
[2]) Etwas zu viel Wasser.

daß sie sich in normaler Steife nicht mehr verarbeiten ließen. Mit dieser Abnahme der Abbindezeit ging eine mehr oder weniger starke Wärmeerhöhung beim Abbinden Hand in Hand.

Dieses Ergebniß fand sich zum Theil auch durch die Versuchsergebnisse bestätigt, die s. Z. Dr. Erdmenger in der „Thonindustrie-Zeitung" (Jahrgang 1896, S. 758) veröffentlicht hat. Nach diesen Versuchen wurde auffallenderweise bei geringerer Höhe der Zuschläge zunächst der Abbindevorgang verzögert, also eine Verlängerung der Abbindezeit herbeigeführt, während man nach den bei den Vorversuchen gemachten Erfahrungen folgerichtig hätte erwarten können, daß auch der geringere Zusatz schon das Abbinden beschleunigen müsse.

Um diesen Befund auf seine Richtigkeit zu prüfen, wurden drei Cemente verschiedener Herkunft und Abbindezeit planmäßig auf ihr Verhalten gegenüber der Einwirkung von Si-Stoffzusätzen beim Abbinden untersucht. Die Prüfung wurde, soweit dies möglich war, für jeden Cement unter gleichen Bedingungen (gleiche Feuchtigkeit der Luft, gleiche Wärme der Luft,

des Anmachewassers und Cementes) durchgeführt. Die allgemeinen Eigenschaften der verwendeten Cemente und des Si-Stoffes sind aus nachstehender Tabelle 2 ersichtlich.

Mit der Höhe des Si-Stoffzusatzes änderte sich die Größe der zum Anmachen erforderlichen Wassermenge, und zwar nahm diese mit fortschreitendem Si-Zuschlag zu, was erklärlich ist, da der Si-Stoff ein geringeres Raumgewicht hat und in Gewichtstheilen der Mischung als Ersatz für Cement diesem beigemengt, die Masse gegenüber dem reinen Cement vermehrt.

Die Ergebnisse der Versuche mit den drei Cementen sind in Tabelle 3[1]) zusammengefaßt und die ermittelten Werthe für den Erhärtungsanfang, die Abbindezeit und die beobachtete Wärmeerhöhung gleichzeitig in Fig. 1 durch Schaulinien dargestellt. Die schwach

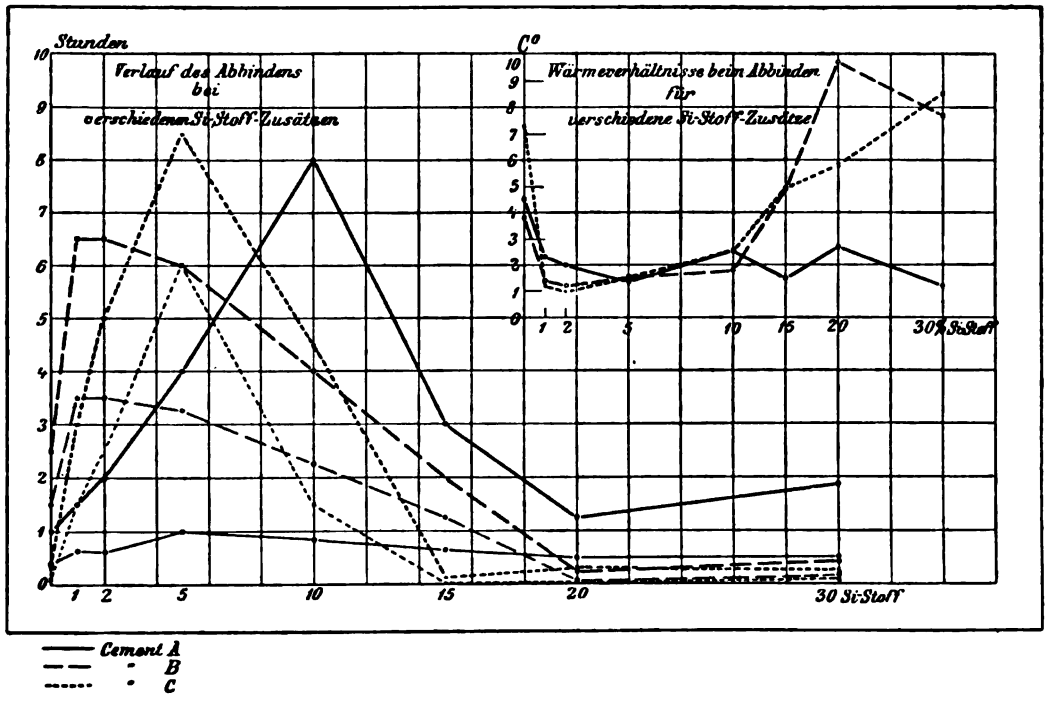


Fig. 1.

ausgezogenen Linien bedeuten den Erhärtungsanfang, die stärker ausgezogenen das Ende des Abbindens.

Der Einfluß der verschiedenen Si-Stoffzusätze ist ohne Weiteres ersichtlich. Thatsächlich wird bei niederen Zusätzen dieser Art die Abbindezeit verlängert, erreicht bei einem gewissen Gehalt an Si-Stoff ihren Höhepunkt und verkürzt sich von diesem an mit dem Wachsen der Zusätze allmählich wieder. Den größten Einfluß auf die Verzögerung des Abbindens scheint ein Zusatz von 5—10% und auf die Beschleunigung ein solcher von 20% hervorzurufen.

Der Erhärtungsanfang wird anscheinend in geringerem Grade durch den Si-Stoff beeinflußt. Bei Cement A fand z. B. eine kaum merkliche Veränderung des Erhärtungsbeginns statt. Merkwürdiger Weise trat in einzelnen Fällen durch Erhöhung des Zusatzes

[1]) In der Tabelle bedeutet der angegebene Zusatz an Si-Stoff dessen Menge in 100 Gewichtstheilen der Mischung. Z. B. besteht die Mischung mit 10% Si-Stoff aus 90 Gewichtstheilen Cement + 10 Gewichtstheilen Si-Stoff.

Tabelle 2. Allgemeine Eigenschaften der Cemente und des Si-Stoffes.

Material-Bezeichnung	Gewicht eines Liters in kg: eingelaufen R_f	Gewicht eines Liters in kg: eingerüttelt R_r	Specifisches Gewicht s	Dichtigkeitsgrad $b=\frac{R_r}{s}$	Undichtigkeitsgrad $u=1-b$	Glühverlust %	Siebrückstände: Rückstand %	Siebe mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm: 4	9	20	60	120	240	324	600	900	5000
Cement A	1,175	1,923	3,170	0,607	0,393	1,41	Gesammt auf den Sieben	—	—	—	—	0,0	0,2	0,4	0,7	1,3	16,0
							Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	0,2	0,2	0,3	0,6	14,7	84,0 [1]
Cement B	1,195	1,904	3,163	0,602	0,398	2,93	Gesammt auf den Sieben	—	—	—	0,0	0,1	0,3	0,4	0,7	1,0	16,0
							Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	15,0	84,0 [1]
Cement C	1,262	2,006	3,173	0,632	0,368	1,64	Gesammt auf den Sieben	—	—	—	—	0,0	0,2	0,6	3,1	3,5	24,0
							Zwischen je 2 Sieben	—	—	—	—	—	0,2	0,4	2,5	0,2	21,5	76,0 [1]
Si-Stoff	0,710	1,079	2,000	0,540	0,460	27,43	Gesammt auf den Sieben	0,0	0,1	1,3	4,0	7,0	11,0	13,0	15,0	19,0	39,0
							Zwischen je 2 Sieben	—	0,1	1,2	2,7	3,0	4,0	2,0	2,0	4,0	20,0	61,0 [1]

[1]) Menge des durch das 5000 = Maschensieb durchgegangenen Theils.

Tabelle 3.

Cement	Herkunft des Cementes	Höhe des Si-Stoff-Zusatzes %	Wasser-Zusatz %	Feuchtigkeit der Luft %	Wärme der Luft C°	Wärme des Anmachewassers und Cementes C°	Wärme des angemachten Cementbreies C°	Wärmeerhöhung 1 Min. nach dem Anmachen C°	Wärmeerhöhung bis zum Abbinden C°	Erhärtungsanfang nach	Abgebunden in	Bemerkungen
A	Stettiner Cement	0	27,0	82	16,6	16,0	18,5	0,5	4,5	24 Min.	1 Std.	Der Cementbrei wurde 3 Minuten lang gerührt.
		1	28,0	82	16,6	16,0	18,5	0,5	2,3	38 „	1Std.30Min.	
		2	29,0	83	16,6	16,0	18,8	0,6	2,0	37 „	2 Std.	
		5	30,0	80	16,6	16,0	19,3	0,6	1,4	1 Std.	4 „	
		10	33,5	78	19,0	18,2	22,5	1,5	2,5	50 Min.	3 „	
		15	34,5	79	18,8	18,2	23,5	1,5	1,5	40 „	3 „	
		20	35,0	74	18,2	18,2	26,0	2,0	2,7	30 „	1Std.15Min.	Der Cementbrei erwärmte sich lebhaft beim Anmachen.
		30	36,0	77	18,5	18,2	27,0	1,0	1,2	30 „	1 „ 50 „	
B	Mitteldeutscher Cement	0	27,5	78	20,0	19,2	21,2	0,8	3,8	1Std.30Min.	2Std.30Min.	Der Cementbrei wurde 3 Minuten lang gerührt.
		1	30,0	73	19,0	18,5	19,6	0,4	1,4	3 „ 30 „	6 „ 30 „	
		2	30,5	73	19,0	18,5	19,6	0,4	1,2	3 „ 30 „	6 „ 30 „	
		5	31,0	73	19,0	18,5	20,5	0,5	1,5	3 „ 15 „	6 Std.	
		10	33,0	75	19,0	18,5	22,2	0,8	1,8	2 „ 15 „	4 „	
		15	34,0	78	17,8	17,0	22,0	1,0	4,9	1 „ 15 „	2 „	
		20	34,5	78	17,8	17,0	23,5	2,5	9,7	3 Min.	14 Min.	
		30	40,0	78	17,8	17,0	22,8	2,0	7,7	9 „	28 „	
C	Süddeutscher Cement	0	25,6	80	18,8	17,8	20,0	1,2	7,3	6 Min.	20 Min.	Der Cementbrei wurde 3 Minuten lang gerührt.
		1	28,0	80	19,5	19,5	20,8	0,8	1,2	1Std.30Min.	3 Std.	
		2	29,0	80	19,0	19,5	21,0	0,8	1,0	2 „ 30 „	5 „	
		5	30,0	80	19,3	17,8	19,5	0,8	1,5	6 Std.	8Std.30Min.	
		10	32,0	80	19,0	17,8	21,5	1,0	2,5	1Std.30Min.	4 „ 30 „	
		15	34,0	80	18,4	17,8	29,0	3,8	5,0	½ Min.	8 Min.	Der Cementbrei wurde 1½ Minuten lang gerührt; er erwärmte sich hierbei stark.
		20	40,0	80	18,4	17,8	26,0	4,0	5,8	1 „	18 „	
		30	42,0	80	17,8	18,0	24,5	1,3	8,5	7 „	16 „	

der Erhärtungsanfang früher, das Ende des Abbindens dagegen später ein, als vorher bei einem geringeren Zusatze. Auch die Wärmeverhältnisse während des Abbindeprocesses unterlagen theils weniger, theils mehr der Einwirkung des Si-Stoffes, dem Grade der bei der Wasserbindung eintretenden Reaktion entsprechend. Letztere machte sich meist schon beim Anmachen des Cementbreies bemerkbar. Die Schaulinien für die Wärmeerhöhung geben daher nicht genau die Veränderung der Wärmeverhältnisse wieder, denn sie stellen nur die Wärmeerhöhung vom Einfüllen des Breies in die Dose an dar, berücksichtigen jedoch nicht die bereits beim Anmachen eintretende Erhöhung der Wärme.

Die Einwirkung auf den Verlauf des Abbindens und die Wärmeverhältnisse ist bei den verschiedenen Cementen verschieden. Auf welche Ursachen diese Unterschiede, wie überhaupt die Veränderung der Abbindeeigenschaften des Portland-Cementes durch den Si-Stoff, zurückzuführen sind, ist nicht festgestellt worden.

Für die Praxis ist die Aufklärung dieser Fragen allerdings weniger von Belang; für sie ist die Thatsache, daß Portland-Cemente durch Zuschläge von Si-Stoff eine Veränderung ihrer Abbindeeigenschaften erfahren, das Wissenswertheste, da diese Veränderungen in vielen Fällen erhebliche Folgen haben können.

In der Hand des Kundigen ist jedoch der Si-Stoff vielleicht ein Mittel, die Abbindezeit des Cementes für den jeweiligen Verwendungszweck nach Belieben zu regeln, wie dies seitens der Cementfabrikanten bereits durch einen bestimmten Gipszusatz zum Cement zur Verzögerung des Abbindens geschieht.

Der zu den Versuchen benutzte Si-Stoff hatte folgende chemische Zusammensetzung:

In Salzsäure und verdünnter Alkalilauge unlösliche Bestandtheile	Thon und Sand	21,60 %
	Kohlenstoff	9,56 „
Kieselsäure, lösliche		38,31 „
Eisenoxyd		0,28 „
Thonerde		4,69 „
Kalk		0,82 „
Magnesia		Spuren
Kali / Natron		0,62 %
Schwefelsäure		4,73 „
Wasser		20,00 „

Der Si-Stoff war aus dem Handel bezogen.

5. Die Unterscheidung und chemische Natur von dunklen, pechartigen Rückständen der Destillation von Erdölen, Fetten und Fettsäuren.

Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und dem ersten Assistenten Dr. J. Marcusson.

In einer vorläufigen Mittheilung[1]) war über Vorversuche zur Unterscheidung pechartig harter d. i. stark abdestillirter Erdölrückstände von pechartigen Rückständen der Destillation von Fettsäuren, Fetten u. s. w. berichtet worden[2]). Während die weichen, d. h. nicht bis

[1]) „Chemische Revue über die Fett- und Harzindustrie" 1900, S. 2.

[2]) Die Erdölpeche werden bei der Verarbeitung des Rohpetroleums, die Fettpeche bei der Verarbeitung von rohen Fettsäuren auf Kerzenfettsäuren, von Wollpech auf Wollolein und Wollstearin auf dem Wege der Dampfdestillation als dunkle mehr oder weniger zähe Rückstände erhalten.

aufs Aeußerste abdestillirten Peche der Fettdestillation sich leicht durch ihren merklichen Fettgehalt und ihre dadurch beeinflußten äußeren Erscheinungen von Erdölpechen unterscheiden lassen, versagt bei den stark abdestillirten Fettpechen diese Unterscheidung, und es sind daher hier andere Wege eingeschlagen. Diese früher nur kurz angedeuteten Wege sollen im Nachstehenden näher beschrieben werden, nachdem genügend brauchbare Zahlen in der angedeuteten Richtung erhalten werden konnten. Hierbei wird sich auch Gelegenheit finden, auf die chemische Eigenart der Fettpeche einzugehen.

Die weichen Fettpeche sind gewöhnlich durch ihren charakteristischen Fettgeruch bei Zimmerwärme oder beim Erhitzen auf dem Wasserbad von den Pechen der Erdöldestillation schon äußerlich zu unterscheiden. Bei sehr harten Fettpechen konnte zur Unterscheidung von Erdölpechen der Geruch nach Akroleïn nur noch beim sehr starken Erhitzen der Proben im Reagensglas mit einigem Erfolge herangezogen werden. Sonstige brauchbare Unterschiede in den äußeren Merkmalen waren zwischen den harten Pechen der einen oder anderen Destillationsart nicht zu bemerken.

a) Die Säure-, Ester- und Verseifungszahlen als Maßstab für den Gehalt an Fettsäuren und Neutralfett.

Die untersuchten weichen und mäßig harten Fettpeche hatten Säurezahlen von 9,2 bis 22,5 und Verseifungszahlen von 11,5 bis 34 besessen.

Sechs harte Peche der Fettdestillation (Wollfett-, Stearin- und Palmöldestillation) zeigten dagegen Säurezahlen von nur 0,2 bis 4,0 und Verseifungszahlen von 2,2 bis 7,2. Sehr dickflüssige, weiche und harte Erdölrückstände verschiedener Herkunft (fünf Proben) hatten Säurezahlen von 0,1 bis 1,2 und Verseifungszahlen von 1,1 bis 2,6. In dem durch die Säure- und Verseifungszahlen angezeigten Gehalt der harten Fettpeche an Fettsäuren und Neutralfett zeigten sich mithin nicht genügend charakteristische Unterschiede gegenüber den Erdölpechen.

Es wurde nun vermuthet, daß die im alkoholisch-ätherischen Auszug der Fettpeche bestimmten Säure- und Verseifungszahlen, wenn sie nicht auf die Peche selbst, sondern auf die von Alkohol und Aether befreiten Auszüge berechnet würden, gegenüber den entsprechend gewonnenen Auszügen der Erdölpeche merklich höher wären.

Diese Vermuthung wurde durch die Versuche bestätigt und damit eine brauchbare Handhabe zur Unterscheidung der harten Fettpeche von den Erdölpechen gewonnen.

Die alkoholisch-ätherischen Auszüge wurden erhalten, indem gewogene, möglichst fein zerkleinerte Pechmengen, meistens 20 g, in der vierfachen Menge Schwefeläther gelöst oder fein vertheilt wurden. Die meisten Peche lösten sich hierbei ganz oder bis zur genügend feinen Vertheilung auf, bei sehr harten Pechen mußte erst einige Zeit am Rückflußkühler mit Aether gekocht werden. Die ätherische Flüssigkeit wurde bei Zimmerwärme mit absolutem Alkohol (3 Th. Aether zu 4 Th. Alkohol), in einigen Fällen auch mit 96-procentigen Alkohol (1 Th. Aether auf 1 Th. Alkohol) zur Fällung der gelösten Pechtheile versetzt. Waren die Lösungen hiernach so dunkel, daß bei der späteren Titration unter Zusatz von Alkaliblau 6^{b} zu große Schwierigkeiten in der Beobachtung des Farbenumschlages zu erwarten waren, so wurde noch etwas mehr Alkohol bis zur genügenden Aufhellung des Filtrats zugesetzt.

Bei einzelnen sehr harten Pechen setzten sich nach Zusatz des Alkohols die Pechtheile so fest an den Wandungen der Kolben ab, daß die Lösungen ohne Weiteres abgegossen werden

konnten. In der Mehrzahl der Fälle wurde die Lösung durch Faltenfilter filtrirt, der im Kolben und auf dem Filter verbleibende Niederschlag wurde mit Alkohol-Aether nachgewaschen. In der Lösung wurde nun die freie Säure unter Zusatz einiger ccm 1-procentiger alkoholischer Alkaliblaulösung bis zur Rothfärbung titrirt. Nach beendeter Titration wurde der Alkohol-Aether abgedampft und der Rückstand gewogen. Aus dem Rückstandsgewicht (die geringe zugefügte Menge Alkali konnte bei dessen Feststellung vernachlässigt werden) und der verbrauchten Menge Alkali wurde in bekannter Weise die Säurezahl berechnet. Dann wurde der Rückstand in Benzol gelöst und mit dem gleichen Volumen $\frac{n}{2}$ oder $\frac{n}{1}$ alkoholischer Lauge (meistens wurden je 25 ccm Benzol und Lauge benutzt) unter Kochen verseift. Bei Rücktitration des nicht zur Verseifung verbrauchten Alkali durch Salzsäure wurden meist noch einige ccm Alkaliblaulösung zur besseren Erkennung des Farbenumschlags hinzugefügt. Bei diesen Titrationen ist es zur sicheren Erkennung des Farbenumschlags zweckmäßig, stets eine kleine Probe der zu titrirenden dunklen Lösung neben der Hauptmenge im Reagensglas zu titriren.

Verschiedene harte Peche der Wollfett- und Fettsäuredestillation, sowie einige gemischte harte Fettpeche ergaben folgende Zahlen:

Tabelle 1. Säure-, Ester- und Verseifungszahlen der alkoholisch-ätherischen Extrakte von harten Fettpechen.

Pech Nr.		1	2	3	4	5
Säurezahl	Einzelwerthe:	0,9 1,9	8,6 8,6	23,5	8,8 9,7	11,0 12,7
	Mittel:	1,4	8,6	23,5	9,3	11,9
Esterzahl	Einzelwerthe:	14,3 16,3	9,4	—	12,8	15,7 17,1
	Mittel:	15,3	9,4	—	12,8	16,4
Verseifungszahl (Mittel)		16,7	18,0	> 23,5	22,1	28,3

Im Gegensatz hierzu zeigten die untersuchten sehr dickflüssigen bis harten Erdölrückstände folgende Werthe:

Tabelle 2. Säure-, Ester- und Verseifungszahlen der alkoholisch-ätherischen Extrakte von Erdölrückständen.

Rückstand Nr.		1	2	3	4	5
Säurezahl:	Einzelwerthe:	0,6 0,53	0,7	—	0,6 1,1	3,0
	Mittel:	0,57	0,7	—	0,9	3,0
Esterzahl	Einzelwerthe:	4,0 4,8 5,9	3,4	—	5,3 4,7	3,5
	Mittel:	4,9	3,4	—	5,0	3,5
Verseifungszahl		5,5	4,1	1,1	5,9	6,5

Ein Steinkohlenpech zeigte, auf den alkoholisch-ätherischen Extrakt berechnet, Säurezahl 0 und Verseifungszahl 4,8.

Waren mit Vorstehendem auch bereits gute Anhaltspunkte zur analytischen Unterscheidung der aus Fetten und Kohlenwasserstoffölen erhaltenen harten Rückstände gegeben, so war es doch bei dem bislang noch wenig aufgeklärten chemischen Charakter dieser Rückstände angebracht, weitere stichhaltige Merkmale zu ihrer Unterscheidung aufzusuchen.

Solche Unterscheidungsmerkmale ergaben sich bei Untersuchung der auf verschiedene Weise erhaltenen Destillate, sowie bei Prüfung der chemischen Zusammensetzung der Asche.

b) Das Verhalten der Erdöl- und Fettpeche beim Destilliren über freier Flamme.

1. Der Säuregehalt der Destillate.

Beim Destilliren über freien Flammen geben, wie früher schon erwähnt wurde, harte Fett- und Erdölpeche Destillate von fast gleichem chemischen Charakter, d. h. fast reine Kohlenwasserstofföle mit mehr oder weniger starken Vaselineausscheidungen. Weichere Fettpeche hingegen geben entsprechend den Beobachtungen Donaths an dem gewöhnlichen Stearinpech stark fettsaure Destillate, in Folge von direkter Destillation der vorhandenen freien Fettsäuren und Zersetzung der in den Pechen noch reichlich enthaltenen Fettester. Die Mengen der Destillate betragen je nach der Weichheit des Peches, wie bei Erdölrückständen, 30—75 %.

Das Auftreten des Akroleïngeruchs zu Anfang des Destillirens und das Verschwinden dieses Geruchs bei weiterem Destilliren, sowie die Abnahme des Säuregehalts der Destillate beim fortgesetzten Destilliren weicher Peche — die letzten Destillate waren schon, wie früher gezeigt wurde (Chem. Revue 1900, S. 7), mit Natronhydrat gänzlich unverseifbar — wiesen nun darauf hin, daß die sehr geringen in den harten Pechen enthaltenen Fettsäuren und Ester als Fettsäuren nur in die allerersten Destillate übergingen und sich so angereichert und mithin leichter nachweisbar in diesen vorfinden würden.

Von den Destillaten eines harten Wollpeches zeigten bei scharfer Abtrennung von drei Destillatstufen das erste Destillat 5,2, das zweite 1,1 und das dritte 0,08 Säurezahl. Die Mengen der einzelnen Destillate wurden hier wie bei den nachfolgenden Versuchen so aufgefangen, daß das erste die geringste, das letzte die größte Menge der drei Destillate ausmachten.

Ein Gemisch verschiedener harter Fettpeche ergab im ersten Destillat die Säurezahl 5,3, im zweiten 0,95, im dritten 0,6.

Bei weichen Fettpechen zeigten die ersten Destillate Säurezahlen von 4,1 bis über 20,3, die zweiten Destillattheile 0,9 bis 2,8, die dritten 0,6 bis 2,0.

Ein zum Vergleich destillirtes hartes Erdölpech der Mineralölraffinerie Oderberg ergab in drei Destillatstufen die Säurezahlen 0,4, 0,4 bis und 0,3. Aus einem zweiten, von uns selbst aus javanischem Rohöl hergestellten Erdölpech wurden sechs Destillate abgeschieden. Das erste Destillat zeigte die Säurezahl 0,53, das dritte 0,59 Säurezahl.

In dem hohen Säuregehalt der getrennt aufgefangenen ersten Destillate der Fettpeche und in dem gleichzeitig stattfindenden schnellen Abfall des Säuregehalts bei der weiter folgenden Destillation ist somit ein weiteres brauchbares Unterscheidungs-Merkmal gegenüber den Erdölpechen gegeben.

Bei dem oben erwähnten Steinkohlenpech zeigte das nur in einer Portion aufgefangene Destillat auch eine hohe Säurezahl nämlich 11,7, obwohl der alkoholisch-ätherische Extrakt dieses Peches nur die Säurezahl 0 und Esterzahl 4,8 zeigte. Worauf diese Anomalie zurückzuführen ist, bedarf noch der Aufklärung.

2. Die Kohlenwasserstoffe der Destillate aus Fettpechen.

Wie schon bemerkt, bestehen die bei direkter Erhitzung der harten Fettpeche in der Glasretorte erhaltenen Destillate wie die entsprechenden Destillate aus Erdölpechen fast ausschließlich aus hochsiedenden, z. Th. paraffinartigen Kohlenwasserstoffen. Nur die ersten Destillatantheile enthalten, wie oben gezeigt wurde, einige Procent Fettsäure. Aus dem Destillat eines weichen Stearinpeches wurden 2,7 %, aus demjenigen eines sehr harten Wollpeches 17,4 %, eines harten Gemisches verschiedener Fettpeche nicht weniger als 14 % schneeweißes Hart-Paraffin nach dem Alkohol-Aetherverfahren von Holde abgeschieden.

Zur sicheren Charakterisirung der chemischen Natur dieser Paraffine wurde deren Elementarzusammensetzung festgestellt (s. Tab. 3)[1]).

Tabelle 3. **Elementaranalysen von Destillaten aus Fettpechen.**

Lfd. Nr.	Material	% Kohlenstoff	% Wasserstoff	Summe % Kohlenstoff und Wasserstoff
1	Paraffin aus dem Destillat eines selbst hergestellten harten Wollpechs	85,02	14,3	99,32
2	Paraffin aus dem Destillat eines Gemisches verschiedener Fettpeche	85,37 84,94 84,51	14,89 14,91 14,93	100,26 99,85 99,44
3	Flüssiges, von Fettsäuren und festem Paraffin befreites Destillat aus dem selbst hergestellten harten Wollpech	85,89	13,07	98,96

Nach Vorstehendem sind die festen Paraffine, welche aus den Destillaten der Fettpeche hergestellt sind, auch in Bezug auf ihre chemische Zusammensetzung den entsprechenden Erdölparaffinen vollkommen gleich.

Die flüssigen Kohlenwasserstoffe der aus den Fettpechen erhaltenen Crackdestillate bestehen zum erheblichen Theil aus ungesättigten Kohlenwasserstoffen.

3. Das Verhalten der Destillate gegen Essigsäureanhydrid.

Das Verhalten der Pechdestillate beim Erhitzen mit dem gleichen Raumtheil Essigsäureanhydrid wurde der Vollständigkeit wegen geprüft, um festzustellen, ob aus Wollpech etwa höhere Alkohole, aus Wollfettresten herrührend, in solchen Mengen in die Destillate übergehen, daß sie sich in charakteristischer Weise durch ihre Löslichkeit in Acetanhydrid bemerkbar machen. Freilich wurden nach dem vorstehend beschriebenen chemischen Charakter der Destillate keine besonderen Hoffnungen auf diese Versuche gesetzt. Zur Ausführung der Versuche wurden je 2 ccm der Crackdestillate aus harten Wollpechen, Erdölpechen u. s. w. mit dem gleichen Raumtheil Essigsäureanhydrid 2 Stunden lang am Rückflußkühler gekocht[2]). Hierbei lösten sich die Destillate sämmtlicher Peche vollständig auf, ganz gleich, ob sie erhebliche Mengen festes Paraffin enthielten und bei Zimmerwärme vaselineartig waren oder ob sie nur geringe Paraffinmengen enthielten und bei Zimmerwärme flüssig waren. Beim Erkalten der Lösungen scheidet sich der weitaus größte Theil der Destillate (80—90 %) als ölige oder vaselineartige

[1]) Die Ausführung dieser Elementaranalysen hat in dankenswerther Weise Herr Mitarbeiter Dr. Stange übernommen.

[2]) Siehe auch die ähnliche Vorschrift in Benedikts „Analyse der Fette und Wachsarten" 1887 und späteren Auflagen.

Schicht auf dem Anhydrid schwimmend wieder aus. Die Löslichkeit eines immer noch erheblichen Theils der Destillate im Acetanhydrid dürfte auf die Gegenwart der in Crackdestillaten noch reichlich vorhandenen ungesättigten Kohlenwasserstoffe zurückzuführen sein. Den Nachweis von höheren Alkoholen durch weitere Untersuchung der Essigsäureanhydridlösung weiter zu verfolgen, schien nach der vorstehend gekennzeichneten gleichen Löslichkeit der Destillate aus Erdölpechen und Fettpechen nicht lohnend, zumal auch die angeführten Elementaranalysen der von Fettsäuren befreiten Theile des Wollpechdestillats auf die Abwesenheit irgendwie nennenswerther Mengen von höheren Alkoholen schließen ließen.

Die Benedikt'sche Vorschrift zur Unterscheidung von Fettalkoholen, aromatischen Alkoholen (Cholesterine) und Paraffin, bezw. Ceresin mittelst Essigsäureanhydrid ist übrigens, wie bei dieser Gelegenheit betont sein mag, mehrfach mißverstanden worden. Nach Benedikt sollen bei zweistündigem Kochen von gleichen Gewichtstheilen fester unverseifbarer Stoffe aliphatische Alkohole und höhere aromatische Alkohole (Cholesterin, Isocholesterin u. s. w.) in Lösung gehen. In der Kälte sollen erstere Alkohole gelöst bleiben oder sich z. Th. ausscheiden, während sich die höheren Alkohole ganz oder z. Th. krystallinisch ausscheiden. Paraffin und Ceresin sollen auch in der Hitze ungelöst bleiben. Das Verfahren ist nun mißverständlicher Weise wiederholt ohne Weiteres auch auf halbflüssige vaselineartige Crackdestillate aus Fettpechen angewandt worden, und es ist aus der vollkommenen Löslichkeit dieser Stoffe im Acetanhydrid in der Hitze auf die Abwesenheit von Paraffinen geschlossen worden. Diese Schlußfolgerung ist, wie oben gezeigt, nicht richtig. Das in reinem Zustande beim Kochen mit Essigsäureanhydrid unlösliche Paraffin ist in Mischung mit flüssigen hochsiedenden Kohlenwasserstoffen in dem Anhydrid beim Kochen in erheblichen Mengen löslich. Auch reine raffinirte und mit Wasserdampf, d. h. normal abdestillirte Mineralschmieröle können, wenn sie leichtflüssig sind, beim Kochen mit Essigsäureanhydrid ganz oder zum größten Theil in Lösung gehen, wie nachstehende Versuche zeigen. Beim Erkalten der Lösungen scheiden sie sich allerdings wieder bis auf geringe gelöste Mengen[1]) oben auf dem Anhydrid als ölige Schicht aus. Sobald die Konsistenz der Mineralöle aber etwas größer ist, also z. B. nur diejenige der leichten Maschinenöle erreicht, sind die Oele im Gegensatz zu den leichtflüssigen Produkten auch beim Kochen nur zum geringen Theil im Anhydrid löslich.

Tabelle 4. Versuche über die Löslichkeit von Mineralschmierölen in Essigsäureanhydrid.

(4 ccm Oel und 4 ccm Anhydrid wurden 2 Stunden lang im getheilten Reagensglas gekocht.)

Laufende Nr.	Art und Herkunft des Oeles	Flüssigkeitsgrad nach Engler bei 20 C°	abgelesene, gelöste ccm Oel		
			heiß	nach Aufhören mit Kochen noch warm	nach Abkühlung auf Zimmerwärme
1	Pale Oil der Standard Oil Co.	5,9	4	0,4	0,4
2	Raff. Russ. Spindelöl 894/7 Nobel II	12,3	3,5	0,3	0,3
3	Bayonne Oil der Standard Oil Co.	23,9	sehr wenig, nicht genau abzulesen	0,4	0,4
4	Baknin A A 906/8 Albrecht u. Co.	41,9	desgl.	0,25	0,25

[1]) Nach einer schon früher gemachten Beobachtung von Holde („Mittheilungen" 1899 S. 266) gaben helle Mineralschmieröle merkliche Mengen (bis zu 5%) harzartige Stoffe an Essigsäureanhydrid ab.

c) Das Verhalten der Fettpeche bei der Destillation mit Wasserdampf.

Von der Annahme ausgehend, daß selbst harte, im Großbetriebe nicht mehr mit Vortheil zu verarbeitende Fettpeche bei einer Destillation mit genügend überhitztem Wasserdampf im Kleinen noch stark fettsaure Destillate abgeben würden, haben wir eine solche Destillation an einem weichen Wollpech normaler Beschaffenheit von Holden fils in Croix und einem harten Gemisch verschiedener Fettpeche (Lfd. Nr. 2 in Tab. 1) vorgenommen. Unsere Annahme wurde, wie nachstehende Versuchsergebnisse zeigen, derart bestätigt, daß auch in der Wasserdampfdestillation ein vorzügliches Mittel gegeben ist, sehr geringe in den harten Pechen enthaltene, in üblicher Weise nicht nachzuweisende Mengen von Fettsäuren und Estern in angereicherter Form als Fettsäuren in den Destillaten nachzuweisen.

Zur Gewinnung der Wasserdampfdestillate wurde der in einer Kupferspirale auf etwa 300 C° erhitzte Dampf in das im geräumigen Glaskolben befindliche heiß geschmolzene Pech eingeleitet. Die in 3 Portionen aufgefangenen Destillate ergaben folgende Säurezahlen:

Tabelle 5. **Der Säuregehalt der Wasserdampfdestillate der Fettpeche.**

Hartes Pechgemisch	Destillat Nr.	I	II	III
	Säurezahl	14,6	13,7	13,4
Weiches Wollpech von Holden fils	Destillat Nr.	I	II	III
	Säurezahl	34,8	37,8	7,0

Berücksichtigt man, daß die Wasserdampfdestillate der Erdölrückstände bekanntlich nur Spuren von freier Säure (entsprechend einer Maximalsäurezahl von 0,5) enthalten, so ist nach Vorstehendem die Wasserdampfdestillation in der That ein sehr geeignetes Mittel zur Kennzeichnung von Fettpechen beliebiger Konsistenz für sich oder in Mischung mit Erdölpech.

d) Die anorganischen Bestandtheile der Peche.

Da Stearinfettsäuren und andere Fettprodukte in kupfernen Blasen, Erdöle aber nur in schmiede- oder gußeisernen Blasen destillirt werden, hat man schon gelegentlich den Nachweis von Kupfer in der Asche der pechartigen Destillationsrückstände zur Erkennung der Fettpeche herangezogen[1]). Zur näheren Aufklärung über diese Frage haben wir eine Reihe von verschiedenen Fett- und Erdölpechen auf die Menge und Art der Asche untersucht. Die sämmtlichen geprüften Peche der Stearin-Wollfettdestillation u. s. w. zeigten einen Gehalt an Kupfer, der allerdings in mehreren Fällen, nach der qualitativen Probe zu urtheilen, wenn auch charakteristisch, so doch nur sehr geringfügig sein konnte. Die Menge der Asche war bei den einzelnen Pechen sehr verschieden. Während aus einem sehr harten Stearinpech des Herrn Dr. Shukoff, Petersburg, mit muschligem Bruch nur Spuren Asche erhalten wurden, gaben 3 Wollpeche, ein weiches, ein mittelhartes und ein hartes 1—1,5% Asche. Die aus dem harten Stearinpech erhaltenen Spuren Asche bestanden nur aus Kupferoxyd, während in den näher geprüften Aschen der übrigen Fettpeche neben Kupfer noch Eisen in erheblichen Mengen, daneben auch wenig Thonerde gefunden wurde. Bei zwei zum Vergleich geprüften Erdölrückständen, einem von sehr dickflüssiger bis dünnsalbiger Konsistenz und einem weich- bis hartpechartigen, von denen ersterer 0,57%, letzterer 0,17% Asche enthielt, fanden sich in der Asche nur Eisen und geringe Mengen Thonerde, aber kein Kupfer.

[1]) In einem uns bekannt gewordenen Gutachten des Herrn Professors Dr. Rose, Straßburg, ist dieser Nachweis z. B. erwähnt.

Nach Vorstehendem dürfte der Nachweis von Kupfer in der Asche der Destillationsrückstände immerhin eine brauchbare Stütze zur Kennzeichnung eines Gehaltes an Fettpech darbieten.

Es entstand nun die weitere, allerdings nur theoretisch interessirende Frage, in welcher Form die anorganischen Stoffe (Kupfer, Eisen, Thonerde) in den Pechen vorhanden waren. Unsere Annahme, daß diese Stoffe in Form von fettsauren Salzen vorhanden seien, wurde zunächst dadurch bestätigt, daß sämmtliche Fettpeche in Benzol bis auf Spuren organischer Substanz vollkommen löslich waren.

Das zuletzt erwähnte sehr harte Stearinpech von Dr. Shukoff, Petersburg, enthielt 55,4 % in Petroleumbenzin (bis 50 C° siedend) lösliche Stoffe von schwarzbrauner Farbe und weichharziger Konsistenz. Dieser Benzinauszug ist aber frei von Metallseifen, denn er ergab beim Verbrennen keine Asche. Eine sehr geringfügige Aschenmenge (reines Kupferoxyd mit Spuren von Verunreinigungen) wurde dagegen beim Verbrennen und Glühen des bei der Benzinextraktion zurückbleibenden, in Benzol ganz löslichen, leicht zu pulverisirenden Rückstandes erhalten. Durch Erhitzen einer Probe dieses Rückstandes (1,7 g) mit Salzsäure und nachheriges wiederholtes Ausziehen des so behandelten Pulvers mit leicht siedendem Petroleumbenzin gelang es, eine sehr geringe, durch die Zersetzung der Kupferseife entstandenen Fettsäuremenge von dunkler Farbe abzuscheiden[1]). Wegen der geringfügigen Menge dieser Säure (es waren schätzungsweise höchstens 0,01 g) wurde von Wägung und weiterer Untersuchung Abstand genommen.

Es ist zu versuchen, auf die vorstehend beschriebene Weise, nämlich durch Wägung der durch Salzsäure abgeschiedenen Fettsäure, den Gehalt an Kupferseife, Eisenseife u. s. w. in Pechen auch quantitativ zu bestimmen.

c) Die Natur der ursprünglichen in den Fettpechen enthaltenen organischen Bestandtheile.

Die eingehende Kenntniß der Natur der in den Fettpechen enthaltenen Kohlenwasserstoffe, Asphalte, Fettsäuren- und Esterreste hat weniger analytisches als theoretisches Interesse. Nach bereits oben mitgetheilten Ergebnissen und den weiteren Vorversuchen über diese Fragen dürften sich in den Pechrückständen neben hochsiedenden gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen, asphaltartigen, d. h. sauerstoffhaltigen neutralen Kohlenwasserstoffverbindungen gewöhnlichen Fettsäuren und deren Estern in merklichen Mengen Oxysäuren bezw. deren Ester ansammeln.

Die aus dem Shukoff'schen harten Stearinpech abgeschiedenen freien Fettsäuren waren in Petroläther zum größten Theil unlöslich, in Alkohol leicht löslich und von oxysäurenartiger äußerer Beschaffenheit, d. h. dickharzig und rothbraun gefärbt. Ihre Abscheidung erfolgte durch Neutralisation des Benzinextrakts des ursprünglichen Peches mit $\frac{n}{10}$ Natronlauge, Auswaschen der gebildeten Seifenlösung mit 50 procentigem Alkohol und Benzin und späterer Zersetzung der vom Alkohol und Benzin befreiten Seifenlösung durch Mineralsäure.

[1]) Dieses Verfahren zum Nachweis geringer Mengen von Schwermetallseifen ist bei Ermittelung der Zusammensetzung von dunklen asphaltartigen Rückständen, welche bisweilen in Schieberkästen von Dampfcylindern und in Luftkompressionscylindern gefunden wurden und zum Theil von den benutzten Schmierölen herrührten, mit befriedigendem Erfolg angewendet worden. Bedingung für das Gelingen des Verfahrens ist, daß die auf die Gegenwart der Seifen zu prüfenden Rückstände vor der Behandlung mit Salzsäure gehörig mit leicht siedendem (bis 50 C°) Benzin extrahirt wurden.

Der in Benzol unlösliche, von den vorhandenen sehr geringen Seifentheilen in der oben beschriebenen Weise befreite schwarze pulvrige Rückstand (44,6 % der ursprünglichen Pechmasse) war schwefel- und stickstofffrei. Die Elementaranalyse dieses Rückstands, sowie des in Benzin löslichen, von Säuren und Estern befreiten Theiles des Shukoffschen Peches, soll noch ausgeführt werden.

Die aus einem weichen Stearinpech abgeschiedenen Gesammtfettsäuren (15,4 %) waren dunkelbraun bis schwarz gefärbt, sehr dickflüssig und rochen nach Fettsäuren aus animalischem Fett. In kaltem Alkohol waren sie klar löslich, in Petroleumbenzin vom spec. Gewicht 0,70 zum größeren Theil unlöslich; sie verhielten sich hiernach gleichfalls wie Oxysäuren. Ihre Abscheidung erfolgte aus dem mit alkoholischem Kali verseiften, durch verdünnten Alkohol ausgezogenen Antheil der Peche durch Zersetzung mit verdünnter Mineralsäure.

Wir behalten uns vor, die Säuren ebenso wie die nicht verseifbaren Antheile der Peche evtl. in der angedeuteten Richtung weiter zu untersuchen.

f) Die specifischen Gewichte der Peche und ihrer Destillate.

Wie in der vorläufigen Mittheilung schon angedeutet wurde, kann das specifische Gewicht der Peche naturgemäß nicht zur Unterscheidung von Erdölpechen und Fettpechen irgendwie herangezogen werden. Das specifische Gewicht der Destillate aus Fettpechen liegt wie dasjenige der Destillate aus Erdölpechen erheblich unter 1,0, und zwar je nach der Destillationsstufe und Herkunft unter oder über 0,90. Diese Aehnlichkeit in den specifischen Gewichten der Destillate aus Erdölpechen und Fettpechen erklärt sich aus der oben dargelegten Aehnlichkeit in der Zusammensetzung.

Nur die Destillate aus Steinkohlenpech, welche vorzugsweise hochsiedende Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe enthalten, zeichnen sich durch ein stets über 1,0 liegendes specifisches Gewicht vor den Destillaten der übrigen Pecharten aus.

g) Pechartige Rückstände der Braunkohlentheerdestillation.

Die Rückstände der Braunkohlentheerdestillation ähneln, soweit unsere Erfahrungen reichen, in ihrem chemischen und physikalischen Verhalten den paraffinreichen Rückständen der Mineralöldestillation derartig, daß sie in gleicher Weise wie die letzteren von den Rückständen der Fettdestillation unterschieden werden können. Auch in den zollamtlichen Vorschriften werden sowohl die Destillate als die Rückstände der Braunkohlentheerdestillation wie die entsprechenden Mineralölprodukte behandelt.

Zwei von uns geprüfte, sehr zähe Goudrons der Braunkohlentheerdestillation aus den Riebeck'schen Montanwerken i./Webau, ergaben beim Destilliren in der Glasretorte über freier Flamme und Untersuchung der Destillate folgende Zahlen:

Tabelle 6. **Der Säuregehalt der Crackdestillate aus Braunkohlentheergoudrons.**

Goudron Nr.	Angewandte Goudronmenge g	Destillat 1		Destillat 2		Destillat 3		Verlust bei der Destillation g	Kokerückstand g
		Menge g	Freie Säure berechnet als % SO_3	Menge g	Freie Säure berechnet als % SO_3	Menge g	Freie Säure berechnet als % SO_3		
1	80	12	0,017	20	0,015	8	0,03	3	37
2	80	13	0,010	17	0,040	7	0,042	7	36

Hiernach geben die Peche der Braunkohlentheerdestillation bei der Destillation über freier Flamme wie die Mineralölpeche nur Destillate von minimalem Säuregehalt. Die

Destillation wurde wie bei den entsprechenden oben besprochenen Crackdestillationen der Erdöl- und Fettpeche nur bis zur theilweisen Verkokung, d. h. soweit geführt, daß bei weiterem Erhitzen des Rückstandes die Retorte durch Schmelzung unbrauchbar geworden wäre. Die erhaltenen Destillate waren nach längerer Abkühlung auf Zimmerwärme entsprechend dem immer noch erheblichen Paraffingehalt solcher Goudrons nicht fließend und dünnsalbig. Die Farbe war rothbraun, die Fluorescenz wie bei den entsprechenden Destillaten aus Fett- und Erdölpechen durch stark grünen Schimmer ausgezeichnet.

h) Die Benzollöslichkeit der Pechrückstände.

Die weichen und harten Peche der Erdöl- und Fettdestillation waren in Benzol bis auf Spuren oder geringfügige Mengen zufälliger Verunreinigungen (Sand u. s. w.) löslich. Erhebliche Mengen verkokter Theile oder unlösliche Kohlenwasserstoffe, wie sie sich in Steinkohlentheerpechen des Handels anscheinend regelmäßig finden, konnten in den erwähnten Pechen der erstgenannten Abstammungsarten nicht gefunden werden[1]). Geringfügige Mengen in Benzol unlöslicher Theile, welche in Braunkohlentheergoudrons und Bergtheeren gefunden wurden, bedürfen noch näherer Untersuchung. Sie dürften allerdings, wie ihre äußeren Erscheinungen zeigten, hauptsächlich aus zufälligen Verunreinigungen bestehen.

Ein hartes Wollpech, ein hartes Erdölpech und das sehr harte Stearinpech von Shukoff gaben, in beträchtlichen Mengen warm mit Benzol behandelt, Lösungen, die bei der Filtration auf dem Filter nur Spuren dunkel gefärbter Stoffe zurückließen. Nach Mittheilungen von Dr. Frank, welche der Vollständigkeit halber noch hier angeführt seien, sollen auch Erdölpeche mit erheblichen Mengen verkokter Antheile in den Handel kommen. Wir hatten bisher noch nicht Gelegenheit, solche Erdölpeche kennen zu lernen. Die sämmtlichen, durch die Versuchsanstalt von verschiedenen Mineralölfabriken als pechartige Destillationsrückstände bezogenen Erdölpeche, zeigten das oben erwähnte Verhalten gegen Benzol.

Zum Schluß sei den nachstehenden Firmen, welche die Versuchsanstalt in dankenswerther Weise mit Material zu den vorstehenden Untersuchungen versehen haben, an dieser Stelle der verbindlichste Dank ausgesprochen: Mineralölwerke Albrecht & Co., Hamburg. — Dr. W. H. Lepenau, Salzbergen. — Mineralölraffinerie Oberberg. — Dr. A. Shukoff, Petersburg. — J. A. Holden fils, Croix. — Kerzenfabrik F. Spielhagen, Berlin. — Kerzenfabrik Motard, Berlin. — Stettiner Kerzenfabrik Hammonia. — Voigt & Co., Dresden. — Riebeckſche Montanwerke, Webau. — Aktiengesellschaft für die Theer- und Erdölindustrie, Berlin-Erkner.

---

[1]) Die von mir („Chem. Revue" 1900, S. 2) ausgesprochene Annahme, daß Steinkohlentheere und Peche gleich den übrigen Pechen in Benzol bis auf Spuren löslich seien, bedarf hiernach der Berichtigung. Nach freundlichen Mittheilungen, welche mir Herr Dr. Frank, Chemiker der Aktiengesellschaft für die Theer- und Erdölindustrie Berlin-Erkner, im Auftrage seiner Firma vor einiger Zeit gemacht hat, zeigt Steinkohlentheer (Gastheer) bis zu 42 % in Benzol unlöslicher Theile, welche theils aus Koke, theils aus Kohlenwasserstoffen bestehen. Letztere sind nach Versuchen von Krämer in hochsiedenden Oelen löslich. Ein von mir selbst geprüfter Steinkohlentheer gab mit Benzol starken dunklen Niederschlag. Holde.

6. Die Zähigkeitsbestimmung von Erdölrückständen auf dem Englerschen Apparat.

Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und dem ständigen Mitarbeiter Dr. M. Stange.

Die dunklen bei Zimmerwärme nicht flüssigen Rückstände der Destillation von Mineralölen (Erdöl und Braunkohlentheer) sind im Gegensatz zu den unter allen Umständen zollfreien pechartigen Rückständen der Fett-, Fettsäure-, Steinkohlentheer- und Holztheerdestillation zur Zeit nur dann zollfrei, wenn sie ein specifisches Gewicht von über 1,0 bei + 15 C° haben und bei + 45 C° aus dem Englerschen Apparat unter bestimmten Bedingungen nicht ausfließen. Diese Bedingungen gehen dahin, daß der zollfreie Mineralölrückstand bei + 45 C° nach 1/4-stündigem Erwärmen auf diese Temperatur im Englerschen Apparat überhaupt nicht oder nur tropfenweise oder so ausfließen soll, daß der Ausflußstrahl nach höchstens 10 Sekunden aufhört[1]).

Es ist einleuchtend, daß jeder Prüfung eines Destillationsrückstandes auf Zollpflichtigkeit, sofern nicht sichere Ursprungsbelege vorhanden sind, eine Feststellung darüber vorangehen muß, ob einer der unter allen Umständen zollfreien oben genannten Rückstände der Fett- und Theerdestillation oder ein je nach specifischem Gewicht und Zähigkeit verschieden zu verzollender Mineralölrückstand vorliegt. Ueber diese Unterscheidungen hat D. Holde in einer vorläufigen Mittheilung[2]) vor längerer Zeit berichtet. Die s. Z. in Aussicht gestellte ausführliche Arbeit über den gleichen Gegenstand findet sich „Mittheilungen" 1900 S. 147.

Die nachstehenden Untersuchungen (s. Tab. 1—3) beschäftigen sich in Anlehnung an frühere Versuche[3]), welche der eine von uns über die Konsistenzschwankungen dunkler dickflüssiger Mineralwagenschmieröle und dickflüssiger bis salbenartiger Cylinderöle angestellt hat, mit der Frage, in wie weit ähnliche Schwankungen auch bei den pechartigen Destillationsrückständen von Erdölen und Fetten z. B. bei 45 C°, der zollamtlich vorgeschriebenen Versuchstemperatur, zu beobachten sind.

Bei den Versuchen wurde geprüft, welchen Einfluß die Füllung des Ausflußröhrchens des Englerschen Apparates, die verschiedenartige Vorbehandlung (Höhe und Dauer der Abkühlung und Erwärmung, sowie Rührbewegungen in den Pechen vor den Versuchen) auf die Ausflußweise der Rückstände ausübten. Die Rubrik 3 giebt über die Art der Vorbehandlungen Aufschluß. Unter „Außenbad" ist das Wasserbad des Englerschen Apparates zu verstehen, das zur Abkühlung bezw. Erwärmung der zu untersuchenden Proben dient. Der Ausflußversuch begann jedesmal unter Lüftung des Verschlußstiftes, wenn das Pech genau 1/4 Stunde lang + 45 C° zeigte. Bei dem ersten Versuch jeder der drei Versuchsreihen war das Platinröhrchen zu Beginn des Versuches nicht gefüllt, bei allen folgenden Versuchen je einer Reihe war es gefüllt.

Bei den Versuchen der Tab. 1 erstreckten sich die Beobachtungen der Fließerscheinungen nicht nur wie in Tab. 2 und 3 auf die Zeit, nach welcher der erste Tropfen

[1]) „Centralblatt für das Deutsche Reich" 1899, S. 376. Die früheren Bestimmungen siehe „Amtliches Waarenverzeichniß" 1895, S. 338 und „Centralblatt f. d. D. R." 1898, S. 277.

[2]) „Chemische Revue über die Fett- und Harzindustrie" 1900, S. 2.

[3]) „Mittheilungen" 1895. Ergänzungsheft I und Holde Untersuchung der Schmiermittel S. 51.

Tabelle 1. **Material: Hartes Gemisch von verschiedenen Fettpechen (spec. Gewicht über 1,0).**

Nr. des Versuches	Dat.	Art der Vorbehandlung der Probe vor dem Versuch	Ausflußrohr gefüllt?	Erster Tropfen fällt nach m. sec.	Tropfen folgt durchschnittlich in sec.	Ausflußmenge in ¼ Std. mg	Bemerkungen
1	18./1. 1900	Pech durch 1-stündiges Erwärmen im Wasserbad von 60 C° auf etwa 45—50 C° gebracht, eingefüllt; stand dann 20 Stunden bei etwa 11—15 C° und wurde hierauf durch Außenbad von 47—52 C° in 3½ Stunden auf 45 C° gebracht.	nein	2' 7"	—	(in 6½ Minute 427)	—
2	dsgl.	Im Anschluß an Versuch 1, nachdem Temperatur auf 37 C° gefallen war, unter Rühren in ½ Stunde auf 45 C° gebracht.	ja	1' 15"	48	943	—
3	dsgl.	Pech im Engler in etwa 35 Minuten auf 93 C° gebracht und ¼ Std. bei 93 C° belassen, dann unter Rühren in etwa ½ Stunde auf 45 C° abgekühlt.	ja	1' 2"	32	1136	—
4	19./1. 1900	Pech 2 Stunden durch Eis gekühlt, dann bei Außenbadtemperatur von 50 C° ohne Rühren in 3 Stunden auf 45 C° gebracht.	ja	1' 20"	56	761	—
5	22./1. 1900	Füllung stand 1½ Tage bei + 10 C°, wurde hierauf durch Viehsalz und Eis in 1½ Stunden auf — 14 C° gebracht, dann in 3½ Stunden ohne Rühren auf 45 C°.	ja	1' 10"	51	666	—
6	dsgl.	Im Anschluß an Versuch 5 Pech unter Rühren auf 65 C° gebracht, dann in ½ Stunde unter Rühren auf 45 C°.	ja	1' 12"	45	990	—
7	dsgl.	Versuchsausführung: 5 Minuten nach Beendigung von Versuch 6. Ohne weitere Vorbehandlung.	ja	1' 28"	—	—	Der Verschlußstift wurde bei Anstellung des Versuches schnell entfernt.
8	dsgl.	Versuchsausführung: 5 Minuten nach Beendigung von Versuch 7. Ohne weitere Vorbehandlung.	ja	1' 0"	—	—	Verschlußstift langsam entfernt.

Tabelle 2. **Material: Hartes Erdölpech (spec. Gewicht über 1).**

Nr. des Versuches	Dat.	Art der Vorbehandlung der Probe vor dem Versuch	Ausflußrohr gefüllt?	Erster Tropfen fällt nach m. sec.	Bemerkungen
1	23./1. 1900	Pech im Wasserbad von 95 C° etwa ½ Stunde erwärmt (Temperatur der Pechmasse sehr ungleichmäßig 45 bis 52 C°), eingefüllt, ohne Rühren in 3½ Stunden auf 45 C° gebracht.	nein	17′ 50″	Die Temperatur des Peches schwankte während des Versuchs um etwa ± 0,1 C°.
2	dsgl.	Im Anschluß an Versuch 1. Versuchsausführung: Nach 20 Minuten langem Stehen bei 45 C° keine weitere Vorbehandlung.	ja	7′ 30″	dsgl.
3	24./1. 1900	Nach eintägigem Stehen des Peches bei etwa 12—15 C° wurde 1 Stunde in Viehsalz und Eis abgekühlt, dann ohne Rühren in 2½ Stunden auf 45 C° gebracht.	ja	11′ 30″	dsgl.
4	dsgl.	Fortsetzung von Versuch 3 nach vorherigem Verschließen des Apparates. Versuchsausführung 10 Minuten nach Beendigung von Versuch 3.	ja	8′ 50″	dsgl.
5	dsgl.	Erwärmen auf 90 C° unter Rühren, Abkühlen auf 45 C° unter Rühren in ½ Stunde.	ja	6′ 10″	Beim Abfallen des Tropfens zeigte das Pech 44,7 C°.
6	dsgl.	Fortsetzung von Versuch 5 nach vorherigem Verschließen des Apparates. Versuchsausführung: 10 Minuten nach Beendigung von Versuch 5.	ja	5′ 15″	Temperatur gleichbleibend 45 C°.

Tabelle 3. **Material: Gemisch von hartem Erdölpech der Tab. 2 und einem weicheren Mineralpech vom spec. Gewicht unter 1,0.**

Nr. des Versuches	Dat.	Art der Vorbehandlung der Probe vor dem Versuch	Ausflußrohr gefüllt?	Erster Tropfen fällt nach m. sec.
1	29./1. 1900	Pech stand 2½ Tage bei etwa 12 C° im Engler-Apparat und wurde ohne Rühren in etwa 3 Stunden auf 45 C° gebracht.	ja	3′ 25″
2	dsgl.	Pech wurde 1 Stunde auf 85 C° gehalten und unter ständigem Rühren in ½ Stunde auf 45 C° gebracht.	ja	2′ 20″
3	dsgl.	Pech wieder auf 50 C° erwärmt und ohne Rühren auf 45 C° gebracht.	ja	2′ 30″

ausfloß, sondern auch auf die innerhalb einer Viertelstunde bei + 45 C° ausgeflossene Pechmenge.

Die Versuche bestätigten unsere Vermuthung, daß sich die Einflüsse der Vorbehandlung auf die Zähigkeit der pechartigen Rückstände bei + 45 C° in noch erheblicherem Maße bemerkbar machen würden, wie dies bei der bei + 20 C° bestimmten Konsistenz der dunklen Wagenöle und Cylinderöle der Fall war. Hierzu kommt noch der außerordentlich große, durch

die hohe Zähigkeit der Peche bedingte Einfluß, den die Füllung des Ausflußröhrchens auf die beobachtete Ausflußzeit der Peche ausübte. Der Einfluß dieser Fehlerquelle konnte bei den üblichen Prüfungen des Flüssigkeitsgrades weit leichtflüssigerer Oele nicht in Betracht fallen, weil hier die Ausfüllung des Ausflußröhrchens durch das dünnere Oel beim Lüften des Stiftes nur verschwindend geringe Zeit beansprucht.

Von den drei untersuchten Pechen ist nach den zur Zeit bestehenden Vorschriften dasjenige der Tabelle 1 an sich als Fettpech zollfrei, die beiden anderen sind zwar zur Zeit auch zollfrei, weil sie bei specifischem Gewicht über 1 nicht im ununterbrochenen Strahl aus dem Apparat ausfließen, aber sie wären z. B. nach den früher geltenden Bestimmungen, nach denen zollfreie Mineralölrückstände bei $^1/_4$stündigem Erwärmen auf + 45 C° im Engler-Apparat überhaupt nicht ausfließen durften, zollpflichtig gewesen. Bei dem harten Pech der Tab. 2 wäre die Beurtheilung allerdings verschiedenartig erfolgt, je nachdem der erste bei nicht gefülltem Röhrchen oder die folgenden bei gefülltem Röhrchen ausgeführten Versuche maßgebend gewesen wären[1]).

---

7. Veränderungen von Cementen in Bezug auf Abbindezeit.

Von M. Gary, Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

Der internationale Verband für die Materialprüfungen der Technik hat eine besondere Kommission (12) damit betraut, das abweichende Verhalten mancher Cemente speciell in Bezug auf das Abbinden zum Gegenstand ihres Studiums zu machen. Der Obmann der Kommission, Herr E. Candlot, Paris, hat sich nun mit einem Rundschreiben an die Mitglieder gewendet und um Mittheilung von Erfahrungen ersucht, die er zu sammeln und, übersichtlich zusammengestellt, den zukünftigen Berathungen zu Grunde zu legen beabsichtigt.

Als Mitglied der Kommission habe ich an eine große Zahl von deutschen Cementfabrikanten und Männern der Wissenschaft gleichfalls die Bitte gerichtet, mir ihre Erfahrungen mitzutheilen und daraufhin eine Reihe von Zuschriften erhalten, deren wesentlichen Inhalt ich nachstehend zusammengestellt und nach Kräften ergänzt habe.

Bedauerlicher Weise haben mehrere unserer hervorragendsten Cementtechniker wegen Ueberbürdung mit anderen Arbeiten die Mitarbeit ablehnen müssen, vielleicht trägt aber diese Veröffentlichung dazu bei, das Interesse weiterer Kreise zu erwecken und in Zukunft alle

---

[1]) Angesichts der oben gekennzeichneten von Vorbehandlung und Füllung des Ausflußröhrchens abhängigen Schwankungen der Zähigkeit der pechartigen Mineralölrückstände und der ziemlich großen Umständlichkeit solcher Versuche wird die von mir schon früher (Chem. Revue 1890, S. 2) gestreifte Frage wieder angeregt, ob man nicht bei der zolltechnischen Beurtheilung der dicken Mineralölrückstände die Zähigkeitsbestimmung durch die sicherer und schneller zu handhabende chemische Prüfung (Benzollöslichkeit, Destillations- und einfache Schmelzprobe) ersetzen soll. Auch bezüglich der von mir s. Z. erwähnten Schwankungen des specifischen Gewichtes von pechartigen Destillationsrückständen sind der Versuchsanstalt jetzt von namhafter Seite ähnliche Beobachtungen mitgetheilt worden, welche die zolltarifarische Beurtheilung der Rückstände nach den bestehenden Vorschriften einschneidend beeinflussen. Ich möchte daher auch meine Bedenken gegen die specifische Gewichtsbestimmung, sofern das specifische Gewicht ganz nahe der Grenze von 1,0 bei 15 C° liegt, an dieser Stelle nicht unterdrücken, andererseits möchte ich jedoch auch darauf hinweisen, daß Herr Geheimrath Professor E. Engler, mit welchem ich über vorstehende Fragen wie auch die sonstigen Fragen der Pechuntersuchung brieflich meine Meinung ausgetauscht habe, die specifische Gewichtsbestimmung der Peche für hinreichend genau hält und den weiteren von mir geäußerten Bedenken zur Zeit nur insofern Rechnung tragen möchte, als er in Zweifelsfällen mehrfach wiederholte Bestimmungen der Zähigkeit der Mineralölpeche bei + 45 C° anempfiehlt. Holde.

deutschen Forscher zu veranlassen, dem wissenschaftlich eben so interessanten wie technisch wichtigen Gegenstand ihre Aufmerksamkeit zu widmen.

Im Allgemeinen ist man der Ansicht, daß Portland-Cement beim Lagern langsamer wird[1]). Auch in den „Normen" ist dies ausgesprochen. Daß es aber für viele Cemente nicht zutrifft, hat Dr. Toméi schon 1880 behauptet und seine Angaben wurden damals von Dr. Heintzel, Schiffner und v. Prondzynski bestätigt. Später wies Dr. Golinelli in der Thonindustriezeitung auf das Schnellerwerden mancher Cemente hin, planmäßige Versuche führte aber erst 1893 Dr. Toméi aus[2]). Er stellte an fünf Cementmarken der Portland-Cementfabrik „Stern" fest, daß der ursprünglich langsame Cement nach einigen Monaten schnell wurde, sich schließlich aber wieder verlangsamte. Die Ergebnisse der Versuche enthält Tab. 1. Die Kurven Fig. 1 zeigen, wie sich im Mittel Erhärtungsanfang und Abbindezeit bei längerem Lagern verändern.

Tabelle 1. Abbindezeiten von Stern-Cement nach verschiedener Lagerzeit bei verschiedener Lagerungsart.

Cement-Marke	Anfang der Bindezeit in Minuten									Ende des Abbindens in Minuten								
	frisch	Monate								frisch	Monate							
		1	2	3	4	5	6	9	12		1	2	3	4	5	6	9	12
Cement I in Tonne	240	180	—	10	30	25	60	270	300	420	480	—	75	150	210	285	465	480
„ I „ Sack	300	15	25	85	60	150	133	240	300	480	180	60	330	300	285	300	390	470
Cement I mit ¼% Gips	300	360	—	360	60	30	82	240	300	480	540	—	510	270	210	315	360	450
„ I „ ½ „ „	240	240	300	220	210	—	270	225	300	405	435	480	480	480	—	480	450	540
Cement II	210	—	20	—	—	360	—	360	240	630	—	240	—	—	720	—	660	600
„ II	150	135	15	23	—	120	—	—	—	450	420	135	210	—	300	—	—	—
„ III	300	—	—	11	—	240	—	240	240	660	—	—	240	—	720	—	660	720
„ IV	270	300	330	20	14	18	—	—	—	600	600	660	195	150	150	—	—	—
„ V	270	240	180	300	345	40	—	—	—	510	510	480	540	630	105	—	—	—

Der Vergleich des im Sack und im Faß verpackten Cementes zeigt, daß die Einwirkung der Luft — um die es sich ausschließlich handelt — im Sack naturgemäß stärker zur Geltung kommt als im Faß. Toméi hat aber auch festgestellt, daß der in der Mitte des Fasses oder Sackes lagernde Cement sich weniger schnell verändert als die äußeren Schichten und daß dicht verschlossener Cement kein Rascherwerden zeigt. Diese Beobachtung habe ich in der Versuchsanstalt vielfach bestätigt gefunden. Wiederholt haben in neuerer Zeit mit frischen Cementen angestellte Abbindeversuche zu Beanstandungen geführt, augenscheinlich, weil der in seiner ursprünglichen Verpackung aufbewahrte Cement seine Abbindezeit sehr schnell änderte.

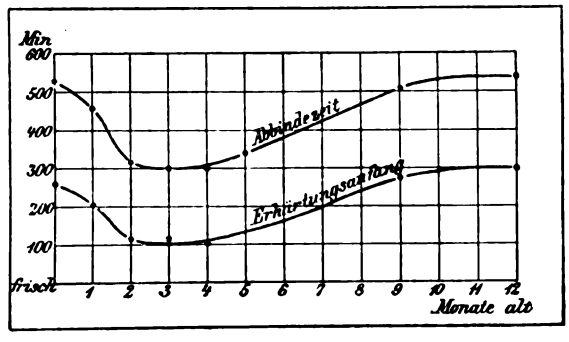


Fig. 1.

In einem Falle ergab die Prüfung des frisch aus der Tonne nach vorheriger sorgfältiger Durchmischung des Inhaltes entnommenen Cementes die in Tab. 3 unter A auf-

[1]) Der Portland-Cement und seine Anwendungen im Bauwesen. 1899, S. 23.

[2]) Protokoll der Verhandlungen des Vereins deutscher Portland-Cementfabrikanten 1893, S. 76 u. f.

genommenen Ergebnisse. Die Kontrole in der Versuchsanstalt lieferte die Ergebnisse unter B, und die Kontrole in der betheiligten Fabrik, der eine Durchschnittsprobe des Cementes sorgfältig verschlossen übersandt wurde, die Ergebnisse C.

Durch besondere Versuchsreihen hat Tomëi nachgewiesen, daß auch Gipszusatz das Rascherwerden nicht unbedingt verhindern kann. Tomëi bestätigte ferner Versuche Candlots, daß schneller Cement, mit angefeuchtetem Sand gemischt und erst nach einiger Zeit mörtelgerecht angemacht, langsam abbindet, während derselbe Mörtel, wenn man ihm gleichzeitig die ganze Wassermenge beimischt, schnell bindet. Tomëis Beobachtungen wurden von Bührig und Prüssing bestätigt. Dr. Kosmann versuchte damals die Erscheinung mit molekularen Veränderungen des Cementmehles in Folge Wasseraufnahme und Wärmeeinfluß zu erklären. Die durch den Druck beim Mahlen erzeugte Wärme werde allmählich gebunden und bewirke eine Angliederung von Silikat an den freien Kalk. Derartige Wirkungen müßten sich aber bei jedem frischen Portland-Cement mehr oder weniger stark geltend machen, während doch nachgewiesen ist, daß viele Cemente die Erscheinung des Rascherwerdens beim Lagern nicht zeigen. (Dyckerhoff und Dr. Goslich). Dr. Goslich wiederholte im Jahre 1894 Tomëis Versuche mit einem Cement, der im Sack und im Faß lagerte und bis zu 10 Monaten Lagerzeit untersucht wurde. Er fand nur Langsamerwerden des Cementes. Eine kleine Schwankung (Schnellerwerden um 2 Stunden bei 5 bezw. 8 Std. Abbindezeit) schrieb er auf Rechnung der Sommerwärme, er beobachtete aber, daß die Menge des Anmachewassers die Abbindezeit sehr beträchtlich beeinflußt und daß andere Werthe gefunden werden, wenn man die übliche zweitheilige bodenlose Dose, welche das überflüssige Wasser ablaufen läßt, und eine unten geschlossene Dose zur Bestimmung der Abbindezeit verwendet.

In der That ist das Verfahren zur Bestimmung der Abbindezeit noch sehr verbesserungsbedürftig. Die Bestimmung des erforderlichen Wasserzusatzes mit Hülfe des Konsistenzmessers steht auf sehr schwachen Füßen und die Zeitbestimmung mit der Vicat'schen Nadel läßt dem subjektiven Empfinden ziemlich weiten Spielraum. Schiffners schon 1892 vorgebrachte Vorschläge zur Aenderung der Abbindezeitbestimmung sind bisher ohne Wirkung geblieben. Trotz der berechtigten Einwände gegen das Verfahren müssen einstweilen die an einer Stelle gleichmäßig durchgeführten Versuche unter einander als vergleichbar angesehen werden.

Sind nun auch die Veränderungen in der Abbindezeit, welche viele Cemente beim Lagern erleiden, wiederholt festgestellt, so fehlt es doch noch an einer befriedigenden Erklärung hierfür.

H. Senn, Direktor der österreichischen Portland-Cement-Fabriks A. G. Szczakowa, theilte mir kürzlich folgende neueren Beobachtungen mit, die er gelegentlich einer Untersuchung im Jahre 1897 machte und die sich auf die Thatsache stützen, daß der frisch in die Magazine gelangende Cement stets über 2 Stunden Abbindezeit aufwies, während er bei der Verladung nur $^1/_2$—1 Stunde Abbindezeit hatte.

Eine im Laboratorium gelagerte und wiederholt geprüfte Menge des Cementes lieferte die Ergebnisse in Tab. 2.

Der fragliche Cement wurde aus einem verhältnißmäßig harten hochprocentigen Kalkstein mit Thonzusatz hergestellt, welcher auf Mahlgängen gemahlen und auf Cylindersieben abgesiebt wurde. Der Rückstand des Rohmehles betrug bei der Probesiebung etwa 15%; die Ziegel wurden hauptsächlich trocken gepreßt und im Etagenofen gebrannt. Der Cement,

Tabelle 2. **Feststellung der Bindezeiten eines genäßten, etwa 6 Wochen gelagerten Portland-Cementes nach verschiedenen Zeiten.**

Ablagerungszeit in Tagen	0	1	2	3	5	6	7	14	60
Temperatur der Luft	15,5	16	16,2	16,4	16,8	18	17,2	17,5	15
„ des Cements	16,8	16,5	17	16,8	16,6	17	16,2	16,6	15,2
„ „ Wassers	17,4	17	17,2	17,2	16,4	16,4	15,4	16,4	15
Brunnenwasserzusatz in %	27	27	27	27	27	27	27,5	27	27
Anfang der Bindezeit in Minuten .	90	30	45	35	30	30	25	20	20
Ende „ „ „ „ .	120	70	60	60	45	55	40	30	30
Temperaturerhöhung	8	8	7	6,8	9,4	9	8,5	10,8	10

Tabelle 3. **Wechselnde Abbindezeit desselben Cementes je nach Aufbewahrung desselben.**

Reihe	Entnahmeort des Cementes	Wasserzusatz %	Feuchtigkeit der Luft %	Wärme: der Luft C°	Wärme: des Anmachewassers C°	Wärme: des Cementes C°	Wärme des angemachten Cementbreies C°	Wärmeerhöhung: eine Minute nach dem Anmachen C°	Wärmeerhöhung: Maximum C°	Erhärtungsanfang Min.	Abbindezeit Min.	Beobachter
A	aus dem gemischten Inhalt der Originaltonne	28,8	85	19,0	18,5	19,0	21,6	0,4	1,4	60	120	N
B	obere Schicht	28,8	61	16,8	16,8	19,4	19,8	0,7	3,6	10	105	K
	Mitte der Tonne		61	16,8	16,8	20,2	19,8	0,6	1,6	60	240	K
	Belagflasche		75	17,6	17,6	17,6	20,4	0,8	3,8	90	225	K
C	gemischte Probe	?	?	?	?	?	?	?	?	60	240	X

verhältnißmäßig thonerdereich, war von Natur sehr raschbindend und die Klinker wurden deshalb — um nur geringen Gipszusatz zu benöthigen — direkt nach Entnahme aus dem Ofen abgespritzt und 6 Wochen gelagert. Darauf wurden sie mit etwa 2% Gips auf Kugel- und Rohrmühlen bis zu $^1/_2$% Rückstand auf 900 und 15% Rückstand auf 5000 Maschen gemahlen. Die Festigkeit dieses Cementes betrug nach 7 Tagen 20 kg/qcm Zug und 177 kg/qcm Druck; nach 28 Tagen 25 bezw. 240 kg/qcm. Die Kugeldarrprobe wurde bestanden. Der Cement enthielt 2—$2^1/_2$ % Calciumsulfat. Das specifische Gewicht des 14 Tage alten Cementes war 3,065, der Glühverlust 1,23 %, das Litergewicht 1,115 kg. Senn vermuthet nun die Ursache des Schnellerwerdens dieses Cementes in dem Annässen und der Feinmahlung. Aus der Art der Fabrikation geht hervor, daß sich in den Klinkern verhältnißmäßig viel freier Kalk befinden mußte, der sich beim starken Bespritzen mit Wasser theilweise in Kalkhydrat umsetzt, die Bildung von Kalkaluminat verhindert und Langsambinden bewirkt. Durch die feine Mahlung kommen jedoch die einzelnen losen Cementtheilchen stark mit der Kohlensäure der Luft in Berührung, der vorhandene Kalk wandelt sich schnell in Carbonat um, das, als im Wasser unlöslich, den Cement wieder in den früheren normalen Zustand versetzt, ihn wieder schnell bindend macht, wobei nur der Gipszusatz das plötzliche Abbinden verhindert.

Eine Bestätigung dieser Vermuthungen durch Beobachtungen und Versuche von anderer Seite bleibt abzuwarten. Eigenthümlich ist, daß der Cement bereits nach 24 Stunden den größten Theil seiner Fähigkeit zum Langsambinden verliert und die Kohlensäureaufnahme

schon nach etwa 8 Tagen vollendet erscheint, da von diesem Zeitpunkte an die Bindezeit sich gleich bleibt.

Senn wird weitere Versuche anstellen und es wäre sehr erwünscht, wenn auch an anderen Stellen Erfahrungen gesammelt würden.

Beobachtungen, die s. Z. Dr. Eurich der ersten Wanderversammlung des internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik in Stockholm unterbreitete, scheinen die Vermuthungen Senn's zu bestätigen.

Hier handelte es sich um einen aus Mergel, Kalksteinen und Thon im richtigen Verhältniß hergestellten Cement, der in Etagenöfen und einem Ringofen gebrannt wurde. Die Klinker wurden ungefähr zu gleichen Theilen auf Unterläufermahlgängen gemahlen und das Feine durch Windseparatoren entfernt, so daß nur scharf gebrannter Gries ohne Halbgares zurückblieb. Dieser Gries wurde mit etwas Gips in einer Rohrmühle für sich bis zu 0,1 % Rückstand auf 900 und 16 % Rückstand auf 5000 Maschen gemahlen. Das Mehl ergab 0,67 % Glühverlust und im geglühten Zustande folgende Analyse:

Kieselsäure	22,62	%
Thonerde	7,48	„
Eisenoxyd	3,98	„
Kalk	62,93	„
Magnesia	0,778	„
Alkalien	1,263	„
Schwefelsäure	1,032	„ (= 1,75 % Gips)

Alle Proben auf Raumbeständigkeit wurden bestanden; die Abbindezeit unmittelbar nach der Mahlung betrug 3 Stunden und die Zugfestigkeit des Normenmörtels nach 7 Tagen 19,1, nach 28 Tagen 22,1 kg/qcm.

Nachdem der Cement 1/4 Jahr lang in einem etwa 1 m hohen Haufen gelagert hatte, betrug die Abbindezeit, je nach dem Platz der Probenentnahme, 5—40 Minuten.

Dieser Cement wurde nun mit Gips gemischt und in verschieden hohen Lagen ausgebreitet. Dabei änderte sich die Abbindezeit wie aus Tabelle 4 ersichtlich ist. Die Bindezeit nahm bei der Reihe I (mit 1/2 % Gips) vom 1. zum 2. Tag rasch ab, besonders bei den dünn ausgebreiteten Proben. Auch bei der Reihe II (mit 1 % Gips) nahm die Bindezeit ab, wenn auch weniger schnell. Die Bestimmung der Bindezeit nach 10 Tagen (in der Tabelle in ( ) gesetzt) dürfte einen Versuchsfehler enthalten. Sie ist unberücksichtigt gelassen.

Weitere Versuche wurden nun mit Cement derselben Mischung ausgeführt, nur mit dem Unterschiede, daß die gebrannten Klinker stark mit Wasser angefeuchtet wurden. Der Cement ergab 1,35 % Glühverlust und die Analyse des geglühten Cementes zeigte folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	22,05	%
Thonerde	7,95	„
Eisenoxyd	4,35	„
Kalk	62,55	„
Magnesia	0,81	„
Alkalien	1,21	„
Schwefelsäure	1,08	„

Die Abbindezeiten nach längerem Lagern waren die in Tab. 5 verzeichneten.

Tabelle 4. **Abbindezeiten in Minuten von zwei Portland-Cementen.**

Zeit der Lagerung	I. Portland-Cement mit ½ % Gips vermahlen		II. Portland-Cement mit 1 % Gips vermahlen		Glühverlust mit ½ % Gips %
	30 cm hoch ausgebreitet	weniger als 1 cm hoch ausgebreitet	30 cm hoch ausgebreitet	weniger als 1 cm hoch ausgebreitet	
frisch	240	240	300	300	0,76
1 Tag	120	13	270	330	—
2 Tage	—	5	300	330	—
3 „	90	7	300	300	2,1
4 „	90	8	300	—	—
6 „	—	10	240	—	—
7 „	—	11	—	—	—
8 „	60	22	—	—	—
9 „	—	18	—	—	3,45
10 „	—	22	275	(300)?	—
11 „	—	35	—	180	—
14 „	—	52	—	75	—
22 „	—	90	—	—	4,3

Tabelle 5. **Abbindezeiten in Minuten von einem im Klinker genäßten Portland-Cement.**

Zeit der Lagerung	Aus genäßten Klinkern gemahlener Portland-Cement in dünner Schicht ausgebreitet	
	III mit ½ % Gipszusatz	IV mit 1 % Gipszusatz
frisch	90	270
1 Tag	10	270
2 Tage	7	270
6 „	10	285
8 „	90	360
9 „	180	—
10 „	300	360

Mit ½ % Gips nahm also der genäßte Cement rasch ab an Bindezeit, aber schon nach kurzer Zeit wieder zu, mit 1 % Gips zeigte er sich dagegen sehr beständig und wies keine Abnahme, sondern Zunahme der Abbindezeit auf.

Fig. 2 zeigt deutlich, wie sich die Abbindezeiten innerhalb 14 Tagen geändert haben. Die starken Linien beziehen sich auf den ursprünglichen Klinkercement, die schwachen auf den Cement aus genäßten Klinkern.

Wenn aus den vorstehend geschilderten Versuchen und Beobachtungen namentlich hervorzugehen scheint, daß Wasser auf frischen Cement je nach dessen chemischer Zusammensetzung verschiedenartig einwirkt und unter Umständen anormale Erscheinungen hervorruft, so steht doch fest, daß auch andere Einflüsse, insbesondere Wärme — wie dies ja in der Natur des Bindeprocesses als eines vorwiegend chemischen Vorganges begründet ist — die Abbindezeiten von Portland-Cementen ganz erheblich beeinflussen.

Nach einer Mittheilung, die mir der Director der Mannheimer Portland-Cementfabrik Herr Merz freundlichst zugehen ließ, ist der Einfluß der Wärme auf das Abbinden der Cemente viel größer, als gemeinhin angenommen wird. Herr Merz fand mit zweien seiner Cemente die folgenden abweichenden Versuchsergebnisse, die er lediglich auf die veränderten Wärmeverhältnisse zurückführt.

Wärme			Wasserzusatz	Cement I		Cement II	
der Luft C°	des Wassers C°	des Cementes C°	%	Erhärtungsanfang Min.	Abbindezeit Min.	Erhärtungsanfang Min.	Abbindezeit Min.
23	16	18	28	120	240	60	210
17	16	18	28	240	390	240	315

Er betont, daß die Thatsache des Einflusses der Wärmeänderung der Luft für die Cementfabrikanten ernste Differenzen mit den Abnehmern zur Folge haben kann, sofern ein und derselbe, in der Fabrik für langsam bindend befundener und als solcher verschickter Cement auf der Baustelle, bei etwas höherer Luft-Wärme geprüft, als Raschbinder befunden wird. Dazu kommt noch die Unsicherheit, welche durch die namentlich bei frischem Cement häufig eintretende Aenderung der Abbindezeit in Folge Ablagerns entsteht und die Unsicherheit des Verfahrens der Wasserbestimmung und des Abbindeversuches selbst. An manchen Baustellen kennt man die Vicat'sche Nadel nicht oder benutzt sie nicht und beurtheilt das Abbinden des Cementes nur nach dem Gefühl des Eindruckes mit dem Fingernagel, was nach den „Normen" zwar zulässig ist, aber unmöglich als eine genaue Bestimmung angesehen werden kann. Unter solchen Umständen kann leicht der Verdacht des Vorhandenseins anormaler Cemente auftauchen, wo man es mit völlig natürlichen, in der chemischen Konstitution der Cemente begründeten Erscheinungen zu thun hat. Sie sprechen für eine baldige Reform des Verfahrens bei Abbindeversuchen, die um so wünschenswerther ist, als das jetzige Verfahren für die meisten Fälle der Praxis ganz werthlos ist, denn der Abbindeproceß verläuft beim Cement-Sand-Mörtel ganz anders als im reinen Cement und wird wesentlich durch die Beschaffenheit des Sandes beeinflußt. Zweifellos wird die einheitliche Feststellung der Abbindezeit von Cement-Sandmörteln noch größeren Schwierigkeiten begegnen als die des reinen Cementes und man wird deshalb wohl von Laboratoriumsversuchen, die den praktischen Bedürfnissen entsprechen, absehen müssen und den Abbindeversuch auf wissenschaftlicher Grundlage aufbauen, um Vergleichswerthe zu finden. Die jetzt gebräuchliche Methode der Abbindezeit-Bestimmung genügt weder der einen noch der anderen Anforderung.

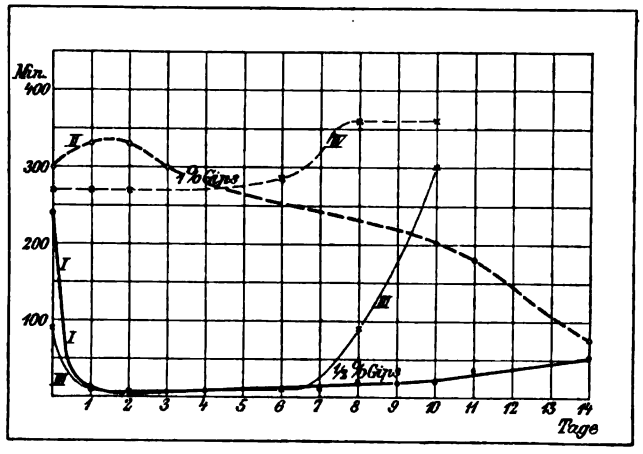


Fig. 2.

Ein trotz aller Versuche unaufgeklärt gebliebener Fall von Abweichungen in der Bindezeit eines und desselben Cementes an verschiedenen Orten ereignete sich vor einiger Zeit im Betriebe der Versuchsanstalt und mag des allgemeinen Interesses wegen mitgetheilt werden, obgleich oder gerade weil er unaufgeklärt geblieben ist. Die Abbindezeit eines Portland-Cementes aus einem westfälischen Werk wurde in der üblichen Weise mit Hülfe von Vicat's Nadel auf 11 Minuten festgestellt. Die Auftraggeberin behauptete nach Bekanntwerden dieses

Tabelle 6. Zusammenstellung der Ergebnisse wiederholter Abbindeversuche mit einem Cement.

Tag der Prüfung 1899	Versuchsausführender		Wasserzusatz %	Feuchtigkeit der Luft %	Wärme: der Luft C°	Wärme: des Anmachewassers C°	Wärme: des Cementes C°	Wärme des angemachten Cementbreies C°	Wärmeerhöhung: eine Minute nach dem Anmachen C°	Wärmeerhöhung: Maximum C°	Erhärtungsanfang	Abbindezeit	Bemerkungen
16. Februar (ursprüngliche Prüfung)	A	1	29,5	72	18	18	16,5	18,7	1,0	16,3	4 Min.	10 Min.	3 Minuten gerührt.
		2	29,5	72	18	18	16,5	18,7	1,0	16,3	4 „	10 „	Desgl.
27. Februar	A	1	30	68	16,8	15,3	15,8	16,5	1,3	15,3	6 Min.	10 Min.	3 Minuten gerührt.
		2	30	68	16,8	15,3	15,8	16,5	1,3	15,3	6 „	10 „	Desgl.
3. März	B		30	56	18,0	16,0	18,1	19,0	0,7	14,0	5½ Min.	9½ Min.	3 Minuten gerührt. Der Cement wurde bei Schluß des Rührens klebrig.
3. März	K	1	30	68	18,9	17,2	17,8	20,0	2,0	12,2	6 Min.	12 Min.	3 Minuten gerührt, höchste Wärmeerhöhung 13,2 C°.
		2	30	68	18,9	17,2	17,8	19,5	0,5	13,5	6 „	12 „	Desgl.
3. März	A	1	32	68	18,9	17,6	17,8	19,5	0,6	13,6	5 Min.	9 Min.	2 Minuten gerührt, höchste Wärmeerhöhung 14 C°. Der Cement nahm nahezu syrupartige Beschaffenheit an.
		2	30	68	18,9	17,6	17,8	20,5	0,8	12,4	4 „	8 „	3 Minuten kräftig durchgearbeitet, höchste Wärmeerhöhung 13 C°. Der Cement nahm nahezu syrupartige Beschaffenheit an.
4. März	K		32	67	17,7	17	17,2	19,4	0,6	12,6	9 Min.	18 Min.	3 Minuten gerührt, stark kalkhaltiges Wasser der Versuchsanstalt.
4. März	A		30	67	18,2	11,5	18,0	18,5	1,2	14,3	5 Min.	8 Min.	3 Minuten gerührt, kalkhaltiges Wasser von der Fabrik eingesandt.
7. März	M G A		30	49,5	17,5	14,8	11,0	19	0,7	11,8	7 Min.	17 Min.	1½ Minuten gerührt, Cement aus dem Sacke entnommen.

Ergebnisses, der Cement bände erst nach 11 Stunden ab. In Folge dessen vermuthete die Versuchsanstalt eine Verwechselung des Cementes in der Fabrik und übermittelte einen Theil des nach der Prüfung im Originalsack der Fabrik aufbewahrten Cementes zur Nachprüfung an die Fabrik, welche damit nicht nur selbst Abbindeversuche vornahm, sondern solche auch von drei benachbarten Fabriken ausführen ließ. Nach Mittheilung fand die betheiligte Fabrik bei verschiedenen Controlversuchen eine Abbindezeit von 660 Minuten, später noch von 758 Minuten; die Nachbar-Fabrik X ermittelte 630 Minuten, Y 760 Minuten, Z 780 Minuten. Alle also fanden den Cement sehr langsambindend. Gleichzeitig in der Versuchsanstalt wiederholt angestellte Kontrolversuche, welche schließlich auch mit eigens hergestelltem stark kalkhaltigem Wasser und mit kalkhaltigem Wasser, welches die beschwerdeführende Firma benutzte und einsandte, ausgeführt wurden, kennzeichneten auch bei Ausführung der Versuche durch 5 verschiedene Beamte stets den Cement als Schnellbinder, der in weniger als 18 Minuten abband. (Vergl. Tab. 6.)

Nunmehr übersandte die Versuchsanstalt den drei Fabriken, auf deren Zeugniß sich die Antragstellerin stützte, je drei durch Buchstaben gekennzeichnete Portland-Cemente, unter denen sich auch der beanstandete befand, zur Prüfung auf Abbindezeit. Die mitgetheilten, stark von einander abweichenden Ergebnisse enthält die Tab. 7.

Tabelle 7. **Zusammenstellung der Ergebnisse von Abbindeversuchen mit drei Cementen, ausgeführt an verschiedenen Versuchsstellen.**

Cement-Marke	Tag der Prüfung	Versuchs-ausführender	Wasserzusatz %	Feuchtigkeit der Luft %	Wärme: der Luft C°	Wärme: des Anmachewassers C°	Wärme: des Cementes C°	Wärme des angemachten Cementbreies C°	Wärmeerhöhung: eine Minute nach dem Anmachen C°	Wärmeerhöhung: Maximum C°	Erhärtungsanfang Min.	Abbindezeit Min.	Frühere Ergebnisse (vgl. Tab. 1)
A	16. Februar	Versuchsanstalt (ursprünglich)	29,5	72	18	18	16,5	18,7	1,0	16,3	4	10	11
	28. März	Fabrik I	29,5	49	18	17	17	17	0,5	5	36	70	630
	1. April	„ II	33	75	11,5	10,5	10,5	12	0,25	—	555	765	760
	25. März	„ III	31	60	16	14	14,0	14,0	0,3	1,9	504	659	780
	23. „	Dr. Sch.	29,5	55	17	16	17	18	0	13	15	20	—
B	22. Februar	Versuchsanstalt	31,2	72	16,2	16	16,3	17,3	0,6	1,2	165	600	—
	29. März	Fabrik I	31,2	53	18	13	16	15,5	1	1,5	485	725	—
	30. „	„ II	32	68	15	14,5	15,5	18	0	0,0	410	737	—
	25. „	„ III	31,5	60	16	14,0	14,0	14	0,6	0,9	518	658	—
C	17. März	Versuchsanstalt	26	68	17	16,2	16,5	18,8	0,6	1,2	60	165	—
	28. „	Fabrik I	26	49	18	17	17	17	0,3	1,2	188	281	—
	30. „	„ II	28	68	15	14,5	15	18,5	0,5	—	370	485	—
	25. „	„ III	29	60	16	14,0	14	14,1	0,5	0,9	392	565	—

Cement A ist der streitige Cement, der außerdem noch an den Vorsitzenden der Geräthe-Kommission des Vereins deutscher Portland-Cementfabrikanten mit der Bitte um Prüfung eingesandt wurde. Dessen Versuche bestätigten die Ergebnisse der Versuchsanstalt, die übrigen Abweichungen aber waren derart, daß nach Ansicht der Versuchsanstalt nur grobe Verstöße gegen das übliche Ermittelungsverfahren mit der Vicat'schen Nadel die Ursachen sein konnten.

Auf Ansuchen der Versuchsanstalt kam der Direktor der beschwerdeführenden Firma selber nach Charlottenburg und führte nach dem in seiner Fabrik üblichen Verfahren einige Versuche aus, nachdem ihm vorher das Verfahren der Versuchsanstalt bei Abbindeversuchen wiederholt vorgeführt worden war. Die Ergebnisse enthält Tab. 8 Reihe I. Sie bestätigten, daß der Cement in der That ein Schnellbinder war. Eine Probe des Cementes wurde vor den Augen des Fabrik-Direktors in ein Blechgefäß versiegelt und ihm übersandt. In der Heimath angelangt, nahm er in Gegenwart von Vertretern der übrigen betheiligten Fabriken mit dieser Probe erneute Versuche vor, wobei der Cement wiederum beträchtlich langsamer bindend — wenn auch nicht so langsam wie bei den ersten Versuchen — gefunden wurde (Tab. 8 Reihe II.)

Wenn nun auch kein Zweifel bestehen kann, daß es sich in dem vorliegenden Streitfalle wirklich um einen schnell bindenden Cement gehandelt hat, denn dafür sprechen nicht nur die von der Versuchsanstalt und von unbetheiligter Seite gefundenen Abbindezeiten, sondern auch die bei den Versuchen gemachten Nebenbeobachtungen, insbesondere die auffallend hohe Wärmeerhöhung des Cementes, so drängen doch die an den verschiedenen Versuchsstellen zu Tage getretenen Unsicherheiten den Gedanken auf, daß das Prüfungsverfahren auf Abbindezeit erhebliche, bisher nicht genügend beachtete Mängel haben muß.

Die Vicatsche Nadelprobe ist fast in allen Industrieländern anerkannt, und wird allgemein als eine Probe angesehen, die die Abbindezeit in einer solchen zuverlässigen Weise zu bestimmen gestattet, daß die Fabrikation, der Handel und das Baugewerbe sie für eine technisch und wissenschaftlich genügende Unterlage zur Beurtheilung von Cement erachtet.

Tabelle 8. **Zusammenstellung der Ergebnisse wiederholter Abbindeversuche mit einem Cement an zwei Orten.**

Reihe	Tag der Prüfung 1899	Versuchsausführender	Wasserzusatz %	Feuchtigkeit der Luft %	Wärme: der Luft C°	Wärme: des Anmachewassers C°	Wärme: des Cementes C°	Wärme des angemachten Cementbreies C°	Wärmeerhöhung: eine Minute nach dem Anmachen C°	Wärmeerhöhung: Maximum C°	Erhärtungsanfang Min.	Abbindezeit Min.	Gerührt Min.
I Charlottenburg	18. April	N	30	46	18	17	16,5	17,4	1,2	15,5	9	13	1½
	18. „	A	30	46	18,1	16	16,8	16	1,3	15	9	14	1½
	18. „	Direktor M	30	46	19	16,2	16,8	18	1,0	15,5	8	12	1½
	18. „	„	30[1]	47	18,8	16	16,8	20	1,0	13,1	6	10	3
	18. „	A	30	47	18,8	16	16,8	21	1,5	13,5	2	5	6
	18. „	N	30[1]	47	18,8	16	16,8	19	1,0	11,0	17	22	1½
II Westfalen	29. April	F	30	76	14	12	15	16,5	0,0	7,5	65	102	3
	29. „	Direktor M	30	76	14	12	15	16,5	0,0	nicht beobachtet	62	117	3

[1]) Zum Anmachen des Cementbreies wurde kalkhaltiges Wasser der beschwerdeführenden Fabrik benutzt.

Angesichts der im vorliegenden Falle beobachteten Abweichungen, die sich stets wiederholen und unter Umständen — bei Zurückweisung von Lieferungen — schwere Schädigungen des Handels mit sich führen können, scheint indessen die Erwägung berechtigt, ob nicht eine Aenderung dieses Verfahrens am Platze wäre, entweder, Schiffners Vorschlag [1]) folgend nach der praktischen, oder, wie Goslich [2]) und Kosmann [3]) vorschlagen nach der wissenschaftlichen Seite hin.

---

8. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung.

Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg.

Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

An verschiedenen Stellen, namentlich bei der Berichterstattung über die Erfahrungen mit Normalpapier, wurde darauf hingewiesen, daß die Papierprüfungen für Behörden zahlreiche Beispiele dafür geben, daß es mancher Lieferant bei der Abgabe der Waare an den Verbraucher mit der Prüfung auf die gewährleisteten Eigenschaften sehr leicht nimmt; nur so sind auffallend grobe Verstöße gegen die Lieferungsvorschriften erklärlich, welche selbst bei einer oberflächlichen Prüfung hätten gefunden werden müssen. Im Nachfolgenden mögen einige solcher Fälle aus dem letzten Jahre besprochen werden.

Zwei Sorten Normalpapier 3a mußten beanstandet werden, weil sie im Widerstand gegen Zerknittern nur als „sehr gering" statt „groß" beurtheilt werden konnten; eine dieser Proben überschritt außerdem den zulässigen Aschengehalt sie hatte ferner eine zu geringe Reiß-

[1]) Protokoll der Verhandlungen des Vereins deutscher Portland-Cement-Fabrikanten 1892. S. 95. 1893 S. 59. 1894. S. 139. 1895. S. 64.

[2]) Ebenda 1894. S. 144.

[3]) Ebenda 1895. S. 124.

länge und zu geringe Dehnung. Eine weitere Sorte 3a enthielt 95 % Cellulose statt der zulässigen 25 %, außerdem hatte sie einen Aschengehalt von 14,5 %. Eine weitere Probe 3a hatte eine Reißlänge von 1650 m statt 4000 m, eine Dehnung von 2,4 % und einen „geringen" Widerstand gegen Zerknittern und Reiben.

Eine Probe 3b war im Widerstand „sehr gering" statt „ziemlich groß", eine andere enthielt 75 % Holz- und Strohcellulose statt der zulässigen 25 %.

Zwei Proben 4a mußten beanstandet werden, weil sie nur einen „sehr geringen" Widerstand gegen Zerknittern zeigten; desgleichen drei Proben 4b.

Ein Packpapier 5a, das bekanntlich mindestens 75 % Lumpen (der Rest Cellulose) enthalten soll, bestand ausschließlich aus Holzcellulose und Holzschliff; eine andere Probe 5a enthielt 40 % Cellulose statt 25 % und hatte einen Aschengehalt von 9 % statt 5 %.

Eine Probe Bütten-Packpapier hatte eine mittlere Reißlänge von 1650 m (statt 4000) und war im Widerstand gegen Zerknittern „gering" statt „groß".

Zwei Sorten 5b mußten wegen eines erheblichen Gehaltes an Holzschliff zurückgewiesen werden.

Ein Druckpapier 8a enthielt 90 % Holz- und Strohcellulose; ein Druckpapier 8b zeigte den Widerstand „sehr gering" statt „ziemlich groß".

Die hier geschilderten Verstöße sind derartig, daß sie wohl sämmtlich bei einer, wenn auch nur oberflächlichen Untersuchung der Waare vor deren Abgang hätten ermittelt werden können. Vielleicht tragen diese Hinweise dazu bei, daß man an den Stellen, die es angeht, durch mehr Sorgfalt vor Absendung der Waare sich selbst und den Behörden Unannehmlichkeiten und Kosten erspart.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVIII. Jahrgang. **1900.** Viertes Heft.

1. Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Rechnungsjahre 1899.

A. Mechanisch-technische Versuchsanstalt.

Personalbestand.

Während des Rechnungsjahres 1899 waren an der Versuchsanstalt thätig: 1 Direktor, 4 Abtheilungsvorsteher, 4 Ständige Mitarbeiter, 17 Assistenten, 21 technische Hilfsarbeiter, 1 expedirender Sekretär und Kalkulator, 2 Kanzlisten, 5 Kanzleihilfsarbeiter, 1 Anstaltsmechaniker, 1 Bureaudiener, 22 Gehilfen, Handwerker und Arbeiter, 5 Laboratorienburschen, 5 Gehilfen und Arbeiter der Werkstatt der technischen Hochschule, zusammen 89 Personen.

Vermehrung der Hilfsmittel.

In der Abtheilung für Metallprüfung wurden beschafft: 1 Pyrometer, 1 Apparat zur Prüfung des Porendrucks im Mauerwerk, 1 Druckregler für Dauerversuche, 1 Einrichtung zur elektrolytischen Metallfällung.

In der Abtheilung für Baumaterialprüfung wurde die für die Cementprüfung bestimmte 32 t-Presse gegen eine solche neuester Konstruktion ausgetauscht. Ein Cementmischapparat nach Faija, eine Tafelwage, ein Gebläseofen nach Deville, ein Ablesefernrohr wurden erworben und die Laboratoriumseinrichtung vervollständigt.

Die durch die Verlegung der Abtheilung für Oelprüfung frei gewordenen Räume wurden der Abtheilung für Baumaterialprüfung überwiesen.

Arbeiten der Anstalt.

a. In der Abtheilung für Metallprüfung.

Die Inanspruchnahme der Abtheilung für Metallprüfung durch Prüfungsaufträge erfuhr auch im abgelaufenen Jahre wieder eine erhebliche Steigerung gegen das Vorjahr.

Ausgeführt wurden insgesammt 353 Aufträge (gegen 295 im Vorjahre), von denen 116 auf Behörden und 237 auf Private entfallen. Diese Aufträge umfassen etwa 6730 (4112) Versuche und zwar unter Anderem:

2958 Zugversuche (184 mit Stahl, 128 mit Eisen, 22 mit Kupfer, 93 mit Legirungen, 25 mit Gußeisen, 1808 mit Blechen, 48 mit Drahtseilen, 176 mit Drähten, 65 mit Riemen, 102 mit Faserseilen, 45 mit Ketten, 26 mit Linoleum, 80 mit Garnen, 156 mit verschiedenen Materialien).

957 Druck- und Knickversuche (234 mit Legirungen, 21 mit Betondecken, 488 mit Betonwürfeln, 24 mit Cement- und Thonröhren, 89 mit Z-Stäben, 50 mit Pappe, 14 mit Cementformstücken, 12 mit Porzellan, 9 mit Gummi, 16 mit verschiedenen Materialien).

78 Biegeversuche (18 mit Gußeisen, 43 mit Wagenachsen, 9 mit Legirungen, 6 mit Porzellan, 2 mit Stahl).

302 Stauch- und Schlagbiegeversuche (231 mit Legirungen, 23 mit Achsen, 6 mit Nieten, 18 mit Spindeln, 20 mit Pappe, 4 mit Stahl).

36 Verdrehungsversuche (10 mit Wellen, 6 mit Spindeln, 20 mit Drähten).

57 Versuche auf inneren Druck (38 mit Thonröhren, 6 mit Gasflaschen, 2 mit Bleiröhren, 2 mit Stahlröhren, 5 mit Glasröhren, 2 mit Faßkörpern, 1 mit einem Autoklaven).

227 Scheerversuche (219 mit Legirungen, 4 mit Stahl, 4 mit Nieten).

2019 Technologische Proben (1977 Biegeproben, 20 Ausbreiteproben, 17 Schmiedeproben, 4 Bördelproben, 1 Lochprobe).

4 Treppenprüfungen.

5 Maschinen- und 3 Manometerprüfungen.

Ritzversuche mit 8 Materialproben.

11 Mikroskopische Untersuchungen.

Reibungsversuche mit 9 Metallen und 17 Oelen.

3 Schotterprüfungen nach den in den Mittheilungen 1897 S. 279 beschriebenen Verfahren.

2 Zeichenpapiere und 2 Pausleinen auf Tusch-, Radir- und Waschfähigkeit.

12 Gleitversuche mit Riemen.

10 Versuche mit Dachpappe auf Wasserdurchlässigkeit.

18 specifische Gewichtsbestimmungen.

Prüfung eines Kontrolstabes für Maschinenprüfungen.

Ferner wurden 12 Gutachten abgegeben.

Von den erledigten 353 Anträgen gingen nach folgender Tabelle 343 aus Deutschland und 10 aus dem Auslande ein.

Heimath des Antragstellers	Beh.	Priv.	Sa.
Inland.			
Preußen ohne Berlin	14	100	114
Berlin	46	97	143
Anhalt	2	3	5
Baden	—	8	8
Bayern	—	3	3
Braunschweig	—	4	4
Hessen	—	1	1
Mecklenburg	—	1	1
Reichslande	2	2	4
Sachsen	48	9	57
Schwarzburg-Rudolstadt	—	2	2
Württemberg	—	1	1
	112	231	343

Heimath des Antragstellers	Beh.	Priv.	Sa.
Ausland.			
Dänemark	1	—	1
England	—	1	1
Oesterreich	—	2	2
Polen	—	2	2
Schweden	1	—	1
Schweiz	2	1	3
Ausland	4	6	10
Inland	112	231	343
Sa.	116	237	353

Unter den erledigten Untersuchungen mögen die folgenden besonders erwähnt sein:

1. Von den obengenannten Knick- und Zugversuchen entfällt eine größere Reihe auf Brückenglieder. Die Versuche bezweckten festzustellen, welchen Einfluß geringere Aenderungen an der Form der zu prüfenden Glieder, das zu ihrer Herstellung verwendete Material sowie das Ausglühen auf die Festigkeit der Glieder ausübt.

2. Der Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften wurde an Bronze, Gußeisen und Hartblei untersucht. Die Ergebnisse werden demnächst in den Mittheilungen veröffentlicht werden.

3. Umfangreiche Versuche mit Würfeln aus Hartgummi-Platten von 2 verschiedenen Sorten herausgeschnitten, ergaben, daß die Plattendicke keinen nennenswerthen Einfluß auf die Druckfestigkeit ausübte und daß die Festigkeit im Innern und an der Oberfläche der Platten annähernd gleich war. Die mittleren Festigkeitseigenschaften der beiden Sorten waren: Druckfestigkeit (an Würfeln ermittelt) 23 und 45 kg/qmm; Zugfestigkeit (ermittelt an Flachstäben von der Dicke der Platten) 3,5 und 6 kg/qmm; die Scheerfestigkeit (ermittelt aus der Belastung für den ersten sichtbaren Eindruck der Lochstempel) übereinstimmend bei beiden Fertigungen etwa $4^1/_2$—5 kg/qmm.

4. Die Versuche auf inneren Druck umfaßten die Prüfung von Fässern besonderer Bauart, von Autoklaven, Gasflaschen und Glasröhren. Für letztere ergab sich die Festigkeit des Materials zu rund 18 kg/qmm.

5. Wagenachsen von kreisrundem, quadratischem und dreieckigem Querschnitt, welche aus denselben Stangen, theils durch Ausschmieden, theils durch Abarbeiten hergerichtet waren und dann theils zweimal um die eigene Achse verdreht waren, wurden auf Biegungs- und Stoßfestigkeit geprüft. Die durch die Bearbeitung herbeigeführte Querschnittsschwächung bewirkte nur geringe Festigkeitsabnahme. Das Verdrehen der Achsen blieb ohne nennenswerthen Einfluß auf die Festigkeit.

6. Für Leder- und Stoffriemen wurde der Gleitungswiderstand bei feststehender Scheibe (Reibung der Ruhe), ferner bei feststehendem Riemen und beweglicher Scheibe (Reibung der Bewegung) und bei Zugbelastung des Riemens bis zu 30 kg/qcm ermittelt. Die hierbei gewonnenen mittleren Reibungskoefficienten betrugen für die Reibung der Ruhe bei Leder 0,146, bei Stoffriemen 0,153 und für die Reibung der Bewegung bei Leder 0,410, bei Stoff 0,317.

7. Die Mehrung der Versuche mit Lagermetallen auf Ermittelung des Reibungswiderstandes bei verschiedenen Geschwindigkeiten und Drucken und Schmierung mit Rüböl zeugt davon, daß im Maschinenbau der Verwendung zweckentsprechender Lagermetalle neuerdings besondere Aufmerksamkeit zugewendet wird.

8. Versuche mit Porzellanwalzen, umfassend Biege- und Druckversuche mit herausgeschnittenen Proben, sowie Schlag- und Druck-Versuche zur Ermittelung der Widerstandsfähigkeit der Walzenoberfläche gegen örtlichen Druck und Stoß, bezweckten den Vergleich von Walzen aus verschiedenen Porzellansorten.

9. Versuche mit Fahrradtheilen umfaßten, neben einfachen Festigkeitsproben, Belastungsversuche mit ganzen Felgen.

10. Prüfung von Baukonstruktionen wurden angestellt

a) mit freitragenden Treppenläufen bestehend aus 6 Stufen, von denen die untere in der ganzen Länge unterstützt war. Die 4 oberen Stufen wurden mittelst

hydraulischer Presse mit gleichmäßig vertheilter Belastung beansprucht und die Durchbiegung und Verdrehung aller Stufen gemessen;

b) mit einer Hennebique-Stütze von 3,2 m Länge und 250 bei 250 mm Querschnitt mit 4 Eiseneinlagen in den Ecken, welche in Abständen von je 500 mm unter einander verbunden waren.

11. Für die 500 t Maschine lagen während des ganzen Betriebsjahres dauernd Prüfungsarbeiten vor. Von ihnen mögen besonders genannt sein: zahlreiche Druckversuche mit Betonwürfeln von 40 cm Kantenlänge, welche zur Kontrole des bei Bauausführungen verwendeten Betons an verschiedenen Baustellen gefertigt und in verschiedenem Alter geprüft wurden; ferner Zugversuche mit starken Gelenkketten, Druckversuche mit gußeisernen und genieteten Säulen, Zugversuche mit Drahtseilen geschlossener Konstruktion von 120 mm Durchmesser, Knickversuche mit Brückentheilen, welche aus verschiedenen Gliedern zusammengesetzt waren, sowie Belastungsversuche mit vollen und durchbohrten Gelenkbolzen.

12. Versuche mit Thon- und Cementröhren bis zu 1 m Durchmesser auf inneren und äußeren Druck. Die gewonnenen Ergebnisse werden demnächst veröffentlicht werden.

13. Prüfung von Thonstäben und Betonstücken auf Wärmeausdehnung bis zu 450 C°. Die Erwärmung erfolgte in einem besonders hergerichteten elektrischen Wärmofen, die Messung der Dehnung mit Spiegelapparaten Bauart Martens.

14. Prüfung von Festigkeitsprobirmaschinen. Von den untersuchten 5 Maschinen waren 2 auf einer Kettenfabrik in England zu prüfen.

15. Von den durch die Abtheilung abgegebenen 12 Gutachten betreffen 2 die Feststellung der Ursachen der im Betriebe wahrgenommenen Brüchigkeit von flußeisernen Wellen und von Profileisen.

Die Wellen zeigten theils sehr feinkörnige, theils grobkörnige Bruchflächen.

Durch Aetzproben wurde festgestellt, daß Material mit ausgeprägter Kern- und Randzone vorlag. Das eigenartige Bruchaussehen konnte aber nicht auf die Kernbildung zurückgeführt werden. Es deutete vielmehr darauf hin, daß die Wellen in Folge Ueberanstrengung des Materials durch Inanspruchnahme auf Biegung zum Bruch gegangen waren. Die Festigkeitseigenschaften der Kern- und Randzone waren nicht wesentlich verschieden.

An dem Profileisen, ebenfalls mit ausgeprägter Kernbildung, erwies sich das Material der Kernzone besonders an eingekerbten Biegeproben spröder als das Material aus der Randzone. An unverletzten Proben konnten Unterschiede zwischen Kern und Rand nicht wahrgenommen werden, wohl aber wieder an Proben mit gestanzten Löchern. Die Ursache der Brüchigkeit des mit gestanzten Löchern versehenen Profileisens wurde daher auf die Empfindlichkeit des Materials gegen Verletzungen zurückgeführt.

3 Gutachten betrafen die Beurtheilung der bedingungsgemäßen Lieferung von Zinkblechen, Drähten und einer Rohrwand, die übrigen Gutachten:

Untersuchungen über den Einfluß des Glühens auf den Sicherheitsgrad von Gasflaschen,
die Härtbarkeit von Stahl und Rohrmaterial für Radfelgen, ferner
die Unterschiede in den Festigkeitseigenschaften von Ketten verschiedener Form sowie
die Art der Erzeugung des Materials für Roststäbe.

16. Unter den größeren Versuchsreihen, welche zur Durchführung gelangten, mögen erwähnt sein:

a) die Fortsetzung der Untersuchung an Eisen-Nickel-Legirungen im Auftrage des Vereins für Gewerbefleiß. Sie betreffen die Festigkeitsversuche mit Nickel-Eisen-Kohlenstoff-Legirungen im geschmiedeten und gewalzten Zustande. Neu eingeleitet wurden Versuche mit Nickel-Mangan-Legirungen. Auf Beschluß des vom Verein für diese Untersuchung eingesetzten Sonderausschusses wurden ferner mikroskopische Untersuchungen der verschiedenen Nickel-Legirungen in Angriff genommen. Ueber den Stand der Arbeiten und die erzielten Ergebnisse berichtete der Abtheilungsvorsteher in einem Vortrage vor dem Verein für Gewerbefleiß im Februar ds. Js.

b) die Fortsetzung der Versuche über die Widerstandsfähigkeit von Grob- und Feinblechen gegen Rosten und

c) die Widerstandsfähigkeit von Drahtseilen gegen stoßweise Inanspruchnahme auf Zug.

17. Außer den vorgenannten Gefüge-Untersuchungen an brüchigem Flußeisen und Nickeleisen wurden auf Grund von Prüfungsanträgen folgende mikroskopische Arbeiten ausgeführt:

Feststellung der Ursachen der vorzeitigen Zerstörung von Heißwasserrohrschlangen und von gußeisernen Wasserleitungsröhren durch Rost,

Aetzproben an Schienenabschnitten,

Anfertigung von Metallschliffen und der dazugehörigen Mikrophotographien sowie von Abzügen vorhandener Negative von charakteristischen Gefügebildern zu Studienzwecken[1]),

Herstellung von Metallschliffen,

ferner Untersuchungen über die Ursache des verschiedenartigen Verhaltens von 2 Kupferschienen in elektrischen Leitungen.

Aus eigener Veranlassung sind auf metallmikroskopischem Gebiet folgende Untersuchungen theils fortgesetzt, theils neu in Angriff genommen:

a) Untersuchungen an tiefgeätzten Metallschliffen;
b) Untersuchungen über die Veränderung des Gefüges in Metallen durch Wärmebehandlung;
c) Untersuchungen über die Aenderung des Kleingefüges in Eisen und Kupfer durch Formänderung;
d) Kern- und Randzonenbildung in Flußeisen;
e) Einfluß von Wasserstoff auf Kupfer und Eisen;
f) das Gefüge des phosphor- und schwefelhaltigen Flußeisens;
g) der Angriff von Eisen durch Wasser;
h) der Einfluß von Phosphor und Mangan im Eisen auf dessen Angriffsfähigkeit gegenüber Wasser.

Von den Arbeiten der Abtheilung sind in den Mittheilungen veröffentlicht:

1. Prüfung von Gummischläuchen für Dampfheizungs-Kuppelungen der Eisenbahnwagen;
2. Untersuchung über den Einfluß des Blauwerdens auf die Festigkeit von Kiefernholz, Theil II betreffend Versuche mit besonders gefällten Stämmen;

[1]) Die Anstalt giebt solche Abzüge von charakteristischen Gefügebildern gegen Erstattung der Kosten ab. Auch von den in den Mittheilungen veröffentlichten Abbildungen können die Mikrophotographien geliefert werden.

3. der heutige Stand der Holzuntersuchung und die Vereinheitlichung der Prüfungsverfahren.

Ueber die bisher zum Abschluß gebrachten mikroskopischen Untersuchungen liegen folgende Veröffentlichungen vor:

a) „Untersuchungen an tiefgeätzten Eisenschliffen", Mittheilungen 1898;
b) „Bemerkungen zu einem Vortrag von Outerbridge über das Kleingefüge der Bronzen", Journal Franklin Inst. 1899;
c) „Einiges über das Kleingefüge des Eisens", Stahl und Eisen 1899 Nr. 15 und 16;
d) „Ueberblick über den gegenwärtigen Stand der Metallographie", Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1900;
e) „Umwandlung des Kleingefüges bei Eisen und Kupfer durch Formänderung im kalten Zustande und darauffolgendes Ausglühen", Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1900;
f) „Untersuchungen über den Angriff des Eisens durch Wasser", Mittheilungen 1900.

b. In der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

Die Abtheilung für Baumaterialprüfung ist im Rechnungsjahr 1899 abermals erheblich stärker beansprucht worden als im Vorjahre.

Insgesammt wurden 535 Aufträge mit 26 274 Versuchen gegen 403 Aufträge mit 23 839 Versuchen im Vorjahre bearbeitet.

Die Aufträge bezweckten theilweise die Kontrole von Lieferungen, theilweise die Feststellung der Eigenschaften neuer Erzeugnisse oder solcher Baumaterialien, die erstmalig in den Handel gebracht oder auf Grund veränderter Fabrikationsverfahren hergestellt wurden, und deren richtige Bewerthung angestrebt wird.

Größere Versuchsreihen wurden außerdem ausgeführt, um die geeignetsten Mörtel und Bausteine für öffentliche oder militär-fiskalische Bauten ausfindig zu machen und in ihren Eigenschaften zu erproben.

Von den Anträgen entfallen 92 auf Behörden und 443 auf Private.

Auf die einzelnen Staaten entfallen:

Heimath des Antragstellers	Behörden	Private	Zusammen
Preußen ohne Berlin	60	267	327
Berlin	14	97	111
Baden	—	11	11
Bayern	—	7	7
Sachsen	1	12	13
Andere deutsche Bundesstaaten	14	29	43
Ausland	3	20	23
Zusammen	92	443	535

Von den 23 Aufträgen ausländischer Antragsteller kamen 7 aus Oesterreich-Ungarn, 5 aus Rußland, 5 aus Holland, je zwei aus Schweden und Luxemburg und je einer aus Belgien und den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika.

Von den ausgeführten Versuchen entfallen:

18 504 auf Bindemittel,
7 770 „ Steine aller Art und Verschiedenes.

Auf Grund der 535 Aufträge wurden geprüft: 228 Cemente, 3 Cementkalke, 82 Bruchsteinsorten, 68 Ziegelsteinsorten, 43 Betonmischungen, 8 Fußbodenbeläge (Cement- und Thonplatten), 29 Arten künstliche Steine (ohne gebrannte Ziegel), 7 Kalkarten, 10 Kalktraßmörtel, 12 feuerfeste Thone, 9 Arten von Dachziegeln, 5 Arten von Thonröhren und 11 Arten Cementröhren, 11 Arten Dachschiefer, 3 Arten Linoleum, 4 Arten Asphaltbelag, 10 Stoffe auf Feuersicherheit (Asbest-, Wand-, Deckenplatten und Gipsdielen), 23 Arten feuerfeste Steine, 41 Deckensysteme (in 126 Versuchen), 10 Arten Sand und Kies, 3 Arten Glasplatten, 1 Art Glasziegel, 28 Arten abgebundene Mörtel und Beton, 36 verschiedene Materialien (künstl. Marmor, Xylolith, Hochofenschlacke, sogenannter Si-Stoff, Gipskörper, Asbestschiefer, Cementestrichfußboden, Papyrolith, Keramoplatten, Terrolith, Dachbedeckungsstoffe u. s. w.) sowie 22 Hammerapparate und 7 Mörtelmischer.

Insgesammt 685 Baustoffe und 29 Apparate.

Die Zahl der Einzelprüfungen war somit um mehr als $^1/_3$ größer als im Vorjahre. Unter anderem hat die Zahl der Apparatprüfungen beträchtlich zugenommen, und hat die Prüfung der Decken noch größere Anforderungen gestellt als im Vorjahre. Namentlich bereiteten der ungenügende Raum und der Umstand, daß die Probestücke nicht vor den Unbilden der Witterung geschützt werden konnten und auch die Prüfungen bei jedem Wetter im Freien vorgenommen werden mußten, beträchtliche Schwierigkeiten und Verzögerungen.

Folgende Deckensysteme gelangten zur Prüfung:

1. Steindecken.
   a) Statisch bestimmte Massivdecken, System Czarbinowski-Kaufmann, aus Mauersteinen und Schwemmsteinen mit Rundeiseneinlagen;
   b) Müllersche Decken aus Lochformsteinen mit gleichschenkligen und ungleichschenkligen Winkeleiseneinlagen;
   c) Victoria-Decken mit Rundeiseneinlagen;
   d) Hourdis-Decken mit und ohne Betonverstärkung;
   e) Kleinesche Decken aus porigen Lochsteinen von 10—15 cm Dicke;
   f) Nuthensteindecken mit verschieden starken Formsteinen und verschieden dicken Rundeiseneinlagen.

2. Betondecken.
   a) Betondecke mit Balkenunterzug und Säule nach System Hennebique;
   b) Betondecken, Monier-System mit Rundeisen;
   c) Betondecken (Victoria-System) mit Rundeisen bei verschiedenen Deckendicken;
   d) Beton-Voutendecken mit Flacheisen;
   e) Spanneisendecke System Chrometzka mit dreierlei Rundeisen;
   f) Cementestrichfußböden „Terrast" und „armirte Estrichplatten";
   g) Kunststeindecken mit Verstärkungsrippen.

3. Gipsdecken. System Düsing und Gipsplatten frei aufliegend gegossen.

Die Spannweiten der Probedecken wechselten zwischen 0,71 (Hourdis) und 11,5 m (Hennebique).

An sämmtlichen Versuchen nahmen die Vertreter der Baupolizeibehörden von Berlin und Charlottenburg Theil.

Dasselbe war der Fall bei einer Reihe von Brandproben, die an besonders errichteten Versuchsgebäuden auf dem städtischen Grundstücke Salzufer 21 ausgeführt und zu

denen auch die Feuerwehren Berlins und Charlottenburgs zugezogen wurden. Vielfach wohnten den Versuchen auch höhere Baubeamte aus anderen großen Städten bei (Hannover, Magdeburg, Hamburg u. s. w.).

Den Versuchen unterworfen wurden: Wand- und Decken-Konstruktionen aus sogenanntem „Drahtziegel", System Stauß, Müllersche Wandplatten, Gipsplatten von dreierlei Art, Skagliol-Bautafeln (Hartgipsplatten) und Koks-Cementdielen.

Die Prüfung der künstlichen und natürlichen Bausteine nahm im Berichtsjahre einen breiten Raum ein. Namentlich sind die noch immer im Vordergrund des Interesses stehenden Kalksandziegel verschiedener Herstellungsart mit wechselndem Ergebniß geprüft worden. Von den neueren Steinen werden die Versuche auf Frostbeständigkeit zumeist bestanden, dagegen sind sie wenig widerstandsfähig gegen Feuer und weisen zumeist auch nur eine mäßige, für gewöhnliche Bauzwecke allerdings ausreichende Druckfestigkeit auf.

Von den vielfach zur Prüfung gestellten neuen oder verbesserten Baustoffen sei der sogenannte Si-Stoff, ein Abfallprodukt aus der Alaunfabrikation, besonders hervorgehoben, welches zur Verbesserung von Cementmörteln angepriesen wird. Die auf Antrag einer Militärbehörde ausgeführten eingehenden Versuche ergaben, daß der Si-Stoff des Handels sehr wechselnde Zusammensetzung und deshalb auch verschiedene Wirksamkeit hat. Gewisse Cementmörtel erfuhren durch den Zusatz mäßiger Mengen des sorgfältig vorbereiteten Stoffes in der That Festigkeitssteigerungen, indessen gelang es bisher nicht, die Festigkeit einiger Betonmischungen durch Zusatz von Si-Stoff bei Lufterhärtung zu erhöhen. Im Gegentheil verschlechterte bei den bisherigen Versuchen der Si-Stoff den Beton; ein abschließendes Urtheil ist aber noch nicht möglich.

Im Berichtsjahre wurden besonders zahlreiche Prüfungen bereits erhärteter Mörtel und Betonstücke, die sich als unzuverlässig oder schadhaft erwiesen hatten, ausgeführt.

Ein Mörtel war so mangelhaft, daß er den Einsturz einer Kirche herbeigeführt hat. Eine Reihe anderer Mörtel, die zu Verputzzwecken gedient hatten und auf Antrag einer Militärbehörde geprüft wurden, erwiesen sich als untauglich für den beabsichtigten Zweck, weil der Thongehalt des verwendeten Sandes zwischen 4 und 19% betrug. Dieser schlechte Sand verhinderte auch die Erhärtung der Mörtel mit Cementzusatz.

Umfangreiche Betonuntersuchungen wurden für ein städtisches Hafenbauamt, für eine Betonbaugesellschaft und für eine Militärbehörde ausgeführt. Bei allen diesen Versuchen wurde besonderer Werth auf die richtige Auswahl der Zuschlagsstoffe gelegt. Eine umfassende Veröffentlichung der Ergebnisse aller bisher in der Anstalt ausgeführten Betonprüfungen ist in Vorbereitung.

Großen Umfang hatten auch die Versuche, welche zur Auswahl geeigneter Baustoffe für den Bau von Thalsperren angestellt wurden. Es handelte sich um die Anlegung von Stauweihern zur besseren Wasserversorgung der Städte Gotha und Solingen, um den Neubau der Lingese Thalsperre, sowie um den Bau der Urstthalsperre und der Heimbecker Kraftanlage. In allen Fällen lieferten die Prüfungen werthvolle Aufschlüsse über die zweckmäßigste Auswahl der Bausteine und der Mörtel.

Auf Veranlassung der Kaiserlichen Oberpostdirektion wurden aus verschiedenen Städten des Reiches Kabelröhren aus Cementbeton zur Prüfung eingereicht. Durch die Prüfung wurde festgestellt, ob die Röhren in Bezug auf Zusammensetzung und Festigkeit den gestellten Bedingungen entsprachen.

Vielfach wiederholte und sehr umfangreiche Cementuntersuchungen wurden im Auftrage von 4 Cementfabriken ausgeführt, um deren Produkte dauernd zu kontroliren. Zwei dieser Fabriken liegen im Auslande, die dritte ist eine neu gegründete Schlackencementfabrik. Auch für eine Eisenbahnbaubehörde wurde der an einer Neubaustrecke zur Anlieferung kommende Cement fortlaufend geprüft.

Durch die Gerichte wurde die Abtheilung im Berichtsjahre in drei Fällen in Anspruch genommen.

In einem Falle handelte es sich um einen patentirten Mörtelstoff, dessen Verwendungsfähigkeit festgestellt werden sollte und der nach den Angaben des Erfinders in der Versuchsanstalt zusammengesetzt und zu eingehenden Versuchen benutzt wurde. Die Versuche bewiesen, daß dem Stoffe zwar nicht die Verwendungsmöglichkeit abzusprechen war, daß aber nahezu dieselben Eigenschaften auch andere, billigere und einfachere Mörtelstoffe besitzen.

In einem zweiten Falle waren die Ursachen für die mangelhafte Beschaffenheit eines zu Estrich benutzten Kiesbetons festzustellen, der eine ungewöhnlich große Abnutzbarkeit besaß. Mit Sicherheit ließen sich die Ursachen nicht ermitteln, der verwendete Cement ergab sich aber als normenmäßig und die Wahrscheinlichkeit sprach für mangelhafte Herstellung des Estrichs.

Im dritten Falle handelte es sich um die Zusammensetzung eines Cementmörtels, der vertragsmäßig im Verhältniß 1 : 3 gemischt sein sollte, aber magerer zu sein schien. Durch Versuche wurde festgestellt, daß die an verschiedenen Stellen des in Frage kommenden Gebäudes entnommenen Proben rund wie 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6 und 1 : 8 zusammengesetzt waren.

An der Vervollkommnung der Cementprüfungsapparate, insbesondere an der Erprobung des Steinbrückschen Mörtelmischers und der Sicherung gleichmäßigen und guten Normalsandes wurde weiter gearbeitet. Die Versuche nach dieser Richtung sind dem Abschluße nahe.

Vorläufigen Abschluß haben die im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten ausgeführten Versuche mit hydraulischen Bindemitteln in Seewasser gefunden. Der hierüber erstattete Bericht des Abtheilungsvorstehers ist bereits veröffentlicht (Mitth. Ergänzungsheft 1. 1900).

Ueber das Ergebniß der Versuche mit Cementmörteln und Betonmischungen bei Erhärtung in Leitungswasser, eisenhaltigem Wasser und in Moorwasser, konnte dem Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten abschließend berichtet werden. Die Versuche haben keine nennenswerthen Einflüsse der genannten Wässer auf dichten Cementbeton und -Mörtel erkennen lassen.

Aus eigener Veranlassung wurde eine große Reihe von Arbeiten ausgeführt, die noch nicht sämmtlich abgeschlossen sind, weil die überaus starke Inanspruchnahme der Abtheilung und die beschränkten räumlichen Verhältnisse ihre Weiterverfolgung nicht gestatten.

Es seien genannt:

Untersuchungen von Sanden, die von verschiedenen Stellen eingeschickt und für Normalsand tauglich oder als unbrauchbarer Normalsand betrachtet wurden;

Versuche zur Ermittelung des Einflusses des Anmache- und des Erhärtungswassers auf die Festigkeit von Cementproben bei Anwendung verschiedener Mischverfahren;

Ermittelung des Glühverlustes an abgelagerten, abgebundenen und überlagerten Cementen;

Versuche auf den Einfluß der Trockenwärme auf den Fortgang der Trocknung von Ziegeln;

Untersuchung alten Mörtels aus der Klosterruine Walkenried;

Vergleichende Versuche mit der Stuttgarter Prüfungsanstalt;
Versuche auf Längenänderung von Cementen;
Prüfungen von Cement mit verschiedenen Wasserzusätzen, in verschiedenen Mörtelmengen;
Ermittelung des Einflusses des Mischverfahrens auf die Festigkeit der Körper;
Untersuchungen von Cementen auf Schlackengehalt; u. a. m.

Von den Arbeiten der Abtheilung sind in den „Mittheilungen" veröffentlicht:

Prüfung von Schornsteinmauerwerk;
Probebelastung von Decken;
Ziegelprüfungen in den Betriebsjahren 1895—1897;
Kleine Mittheilungen:
Ungeeignete Ziegel im Bau;
Treibwirkungen in einer Kunststeinmasse;
Ostafrikanische Gesteine.

c. In der Abtheilung für Papierprüfung

wurden 1075 (im Vorjahre 815) Anträge erledigt, von denen 597 (432) auf Behörden und 478 (383) auf Private entfallen. Sie umfassen die Prüfung von 1614 Papiersorten, 87 Stoffproben (Segeltuche, Zeltstoffe, Leinwand, Kunstwolle, Gardinenstoffe), 7 Quittungsmarken, 36 Schulheften, 20 Zellstoffproben, einer Holzschliffprobe und 2 Proben Pausleinen.

Von den 1075 Anträgen gingen 39 aus dem Auslande ein. Auf die verschiedenen Länder vertheilen sie sich wie folgt:

Oesterreich-Ungarn	8	Anträge	(10 Papiere, 1 Fangstoff, 1 Probe Druckpapierstaub, 1 Torfpapier).
Schweiz	9	„	(12 Papiere).
Schweden	6	„	(8 Papiere).
Italien	3	„	(4 Papiere).
Dänemark	2	„	(2 Papiere).
Holland	3	„	(4 Papiere).
Rußland	2	„	(6 Papiere).
Frankreich	2	„	(4 Papiere).
England	2	„	(3 Papiere).
Rumänien	1	Antrag	(1 Papier).
Norwegen	1	„	(2 Segeltuche).

Die Untersuchung der 1614 Papiere bezweckte in den meisten Fällen die Feststellung ihrer Stoff- und Festigkeitsklassen behufs Einreihung in eine der Verwendungsklassen. Bei den übrigen Papieren wurden einzelne Eigenschaften oder Gruppen von Eigenschaften für besondere Zwecke festgestellt.

Auf die verschiedenen Ansätze der Gebührenordnung vertheilen sich die ausgeführten Prüfungen wie folgt:

I. Papierprüfungen.

Ansatz 313[1]) kam zur Anwendung	985	Mal.
„ 300 (Festigkeit und Dehnung)	211	„
„ 301 (Widerstand gegen Zerknittern)	380	„

[1]) Vollständige Untersuchung eines Papiers nach den Ansätzen 300, 301, 302, 309 und auf Leimfestigkeit.

Ansatz	302	(Aschengehalt)	91 Mal.
„	305	(Dicke und Gewicht)	14 „
„	306	(Verholzte Fasern)	10 „
„	307	(Bestimmung der Art der verholzten Fasern)	1 „
„	308	(Schätzung der Menge des Holzschliffes)	4 „
„	309	(Mikroskopische Untersuchung)	30 „
„	310	(Schätzung des Mengenverhältnisses der Faserarten)	128 „
„	311	(Verschiedenartige Untersuchungen, theils chemischer, theils physikalischer, theils mikroskopischer Natur)	160 „

II. Stoffprüfungen.

Ansatz	314	(Festigkeit und Dehnung in Schuß und Kette)	26 Mal.
„	316	(Bestimmung des Aschengehaltes)	2 „
„	317	(Bestimmung der Faserart in Schuß und Kette)	33 „
„	318	(Bestimmung der Fadenzahl auf 1 cm in Schuß- und Kettenrichtung)	6 „
„	320[1])	. . . . .	52 „
„	321[2])	. . . . .	1 „

Ueber die wachsende Inanspruchnahme der Abtheilung im Laufe der letzten Jahre giebt die nachstehende Zusammenstellung Aufschluß:

Jahr	Anzahl der Papierprüfungen nach Ansatz											Anzahl der Stoffprüfungen nach Ansatz							Apparatprüfungen nach Ansatz
	116 u. 117	300	301	302	305	306	307	308	309	310	311	314	316	317	318	319	320	321	108
1895/96	—	712	717	738	6	11	—	—	726	67	706	25	—	49	12	—	12	1	2
1896/97	—	1022	1109	1015	2	4	1	2	98	96	1004	33	—	38	1	—	9	1	2
1897/98	4	958	1005	857	7	5	3	8	877	121	862	8	2	37	—	2	13	—	2
1898/99	3	952	1106	868	13	12	6	16	855	108	916	10	—	44	—	—	15	—	1
1899/1900	—	1196	1365	1076	14	10	1	4	1015	128	1145	26	2	33	6	—	52	1	—

Ueber einige aus besonderer Veranlassung ausgeführte Prüfungen, über welche Angaben in den „Mittheilungen" noch nicht gemacht sind, sei nachstehend kurz berichtet.

In einer Strafsache beantragte eine Staatsanwaltschaft ein Gutachten darüber, ob die an der Rückseite von beschlagnahmten Versicherungsmarken haftenden Papierreste von Quittungskarten herrührten. Es bestand der Verdacht, daß die Marken bereits einmal verwerthet, in betrügerischer Absicht von der Karte wieder abgelöst und zum zweiten Mal verwendet worden waren. Festgestellt wurde, daß die an den Marken haftenden Papierreste die gleiche Stoffzusammensetzung hatten, wie die nach den Bundesrathsbestimmungen gearbeiteten Quittungskarten-Kartons. Außerdem sprach das Aussehen der Papierreste (Farbe, Zahlen, Striche) dafür, daß sie von Quittungskarten herrührten.

In einem Streitfalle beantragte ein Amtsgericht die Abgabe eines Gutachtens darüber, ob ein Goudronné-Papier probemäßig geliefert sei, oder ob die etwa vorhandenen

[1]) Untersuchung eines Stoffes auf Schlichte, Stärke, Farbe, Wasserdurchlässigkeit u. s. w.

[2]) Die vollständige Untersuchung eines Stoffes nach den Ansätzen 314, 316 bis 319.

Abweichungen das Zurückweisen der Lieferung rechtfertigten. Wegen der geringen Menge des eingereichten Probemusters konnten vergleichende Prüfungen auf Festigkeit und Widerstand gegen Zerknittern nicht vorgenommen werden; in der Stoffzusammensetzung, Färbung und im Aschengehalt stimmten Probe und Lieferung gut überein. Im Gewicht dagegen ergaben sich Abweichungen von 11—38 %.

Eine Papierfabrik reichte zwei Briefpapiere ein, die über und über mit schwarzen Fleckchen wie besät waren; die Fabrik wünschte Aufschluß über die Art und Ursache der Flecken. Es wurde festgestellt, daß die meist im Innern des Papiers liegenden Fleckchen aus einem Kern von metallischem Kupfer oder einer kupferhaltigen Legirung und einem von diesem Kern ausgehenden mehr oder weniger sternförmigen Theil bestanden; sie rührten vermuthlich aus dem aus Bronze bestehenden Mahlwerke der Holländer her.

Mehrere andere Fabriken hatten der Versuchsanstalt ebenfalls Papiere mit Flecken zur Untersuchung eingereicht; einige Papiere zeigten dieselben Flecken wie die oben beschriebenen, in anderen war das Vorhandensein von Stärkeklümpchen, Kautschuktheilchen, Fett, Siegellack, Holzsplittern u. s. w. die Ursache des fleckigen und unsauberen Aussehens der Muster.

Acht Volontäre wurden im Etatsjahre 1899/1900 in der Abtheilung für Papierprüfung ausgebildet; von diesen waren sieben aus Deutschland, und einer aus Rußland.

Von den durch Ansatz 500 der „Vorschriften" gewährten Preisermäßigungen machten insgesammt 6 Firmen (2 Fabriken und 4 Handelsfirmen) und 1 Behörde Gebrauch.

Vier neue Wasserzeichen sind im Rechnungsjahr 1899 angemeldet worden und zwar die der Firmen:

Nossener Papierfabriken in Nossen i. S.,
Papierfabrik am Baum in Miesbach (Oberbayern),
Papierfabrik Gauting bei München,
Carl Beckh Söhne in Faurndau (Württemberg).

Die Firmen und der Wortlaut des Wasserzeichens sind im „Reichsanzeiger", in den „Mittheilungen aus den technischen Versuchsanstalten" und in den Papierfachschriften veröffentlicht worden.

Auf Grund des erweiterten § 9 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" erhielten 31 Papierfabriken Mittheilungen über die mit ihrem Papier im Auftrage von Behörden ermittelten Versuchsergebnisse.

Insgesammt sind im Betriebsjahr 1899 579 solcher Mittheilungen an die erwähnten 31 Fabriken versendet worden.

Auch neuerdings sind der Versuchsanstalt wieder Mittheilungen darüber zugegangen, daß diese Einrichtung sich sehr bewährt hat und für die betreffenden Fabriken von großem Nutzen ist; dies geht auch schon daraus hervor, daß die Gesuche um Uebermittelung der Versuchsergebnisse nach Erschöpfung des Vorschusses von 40 Mark (für jede Mittheilung sind 2 Mark Gebühren zu entrichten) stets wieder erneuert worden sind und noch nicht eine der Fabriken auf fernere Mittheilungen verzichtet hat; letztere sind eben für den Fabrikationsbetrieb überaus werthvoll, besonders dann, wenn der Fabrikant jede Fertigung besonders kennzeichnet (z. B. durch einen wandernden Punkt im Wasserzeichen o. a.). Der Mittheilung wird nämlich jedesmal ein Probeblatt angeheftet, welches das Wasserzeichen enthält und insbesondere die die Fertigung kennzeichnende Stelle. Erforderlich ist hierfür natürlich, daß der Fabrikant der Versuchsanstalt generell die Mittheilung macht, in welcher Weise er seine Fertigungen kennzeichnen will.

Gegen die Bestimmungen über Zahl und Art der zur Prüfung einzureichenden Probebogen (§ 7 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken") wird immer noch vielfach verstoßen, auch von Stellen, die seit Jahren mit der Versuchsanstalt in Verbindung stehen; theils werden zu wenig Bogen geschickt, theils eine ausreichende Anzahl, aber in stark gekniffenem und zerknittertem Zustand, so daß sie zu Festigkeitsversuchen nicht benutzt werden können. Die Einforderung neuen Probematerials verzögert die Erledigung der Prüfung und verursacht neue Kosten, schädigt also den Antragsteller.

Die der Versuchsanstalt im letzten Jahre von Behörden zugegangenen Mittheilungen über Erfahrungen mit Normalpapier lauteten wiederum ausnahmslos günstig.

Die Prüfung der 3 Schopperschen Knitterapparate wurde fortgesetzt, ein abschließendes Urtheil über ihre Brauchbarkeit kann z. Zt. aber noch nicht abgegeben werden; es steht aber zu hoffen, daß die Arbeiten im Laufe dieses Jahres beendigt werden.

Die aus der Abtheilung hervorgegangenen Abhandlungen und zwar:

1. Normalpapiere,
2. Die Schäfferschen Papierversuche,
3. Falzverlust und Widerstand gegen Zerknittern,
4. Einfluß des Bedruckens auf die Festigkeitseigenschaften von Papier,
5. Einfluß höherer Wärmegrade auf die Festigkeitseigenschaften von Papier,
6. Widerstand gegen Zerknittern,
7. Packpapierprüfung,
8. Lieferung nach Probe,
9. Manila-Packpapier,

sind in den „Mittheilungen" 1899 veröffentlicht worden.

d. In der Abtheilung für Oelprüfung.

Im vergangenen Betriebsjahr wurden in der Abtheilung für Oelprüfung 676 Proben zu 387 Anträgen geprüft (gegenüber 561 Proben zu 313 Anträgen im Vorjahre). Von den Anträgen entfielen 181 mit 340 Proben auf Behörden, 206 mit 336 Proben auf Private. 7 Anträge entfielen auf Belgien, 1 auf Frankreich, 7 auf Oesterreich-Ungarn, 3 auf Rußland, die übrigen auf Deutschland. Für Behörden wurden 291 Mineralöle und goudronartige bis pechartige Destillationsrückstände, 48 fette Oele (Rüböl), 1 Schmierseife geprüft. Die für Private untersuchten Proben betrafen 208 Mineralöle, 30 fette Oele, 50 Gemische von fetten Oelen und Mineralölen, 2 konsistente Fette, 2 Paraffinproben, 2 Petroleumproben, 1 Wollfett, 1 Förderseilschmiere, 1 Harz, 1 Vaseline-Creme, 4 Terpentinöle, 1 Thran, 1 Leinölfirniß, 15 pechartige Rückstände der Destillation von Fetten, Fettsäuren und Erdölen, 2 schwarze Rückstände, die in Schiebern von Dampfmaschinen gefunden worden waren. Von Apparaten wurden 14 Flammpunktsprüfer und 1 Viskosimeter untersucht.

Gutachten wurden 4 für Behörden und 5 für Private ausgestellt.

Aus den Untersuchungen ist Folgendes hervorzuheben: Die Mehrzahl der zu den Anträgen geprüften Mineralöle bestand wie in den Vorjahren aus dunklen Eisenbahnwagen- und Lokomotivölen, die im Auftrage der preußischen Staatsbahnen auf bedingungsgemäße Beschaffenheit zu prüfen waren. Die starken Fröste des vergangenen Winters brachten durch Einfrieren der Oele mehrfach Stockungen im Eisenbahnverkehr, daher soll in Zukunft strenger auf

Innehaltung des vorgeschriebenen Kältepunktes (—15C°) gehalten werden oder eine Tieferlegung des verlangten Kältepunktes erfolgen.

Bei Untersuchung der fetten Oele zeigten sich die zum Brennen und Schmieren benutzten Rüböle häufig mit Cottonöl, und Knochenöle, die als Rostschutzmittel für Wasser gebraucht werden sollten, mit pflanzlichen Oelen (meist Rüböl) verfälscht. Die letzteren Verfälschungen waren insofern sehr geschickt ausgeführt, als weder in der Jod- und Verseifungszahl noch in den äußeren Erscheinungen sich die Verfälschung hätte bemerkbar machen können. Die Verseifungszahlen der verfälschten, meist unter —5 C° erstarrenden Oele betrugen oft 191—194,5 und die Jodzahlen 76—82; dies sind die Werthe, die denen reiner Knochenöle sehr nahe liegen. Die Verfälschungen wurden in jedem Falle durch die Prüfung auf Phytosterin aufgedeckt. Um zur Stütze bei diesen Untersuchungen einwandfrei reines Material zu erhalten, wurde in der Anstalt selbst Knochenöl aus Rinderfußknochen abgeschieden.

Der Nachweis von erheblichen Mengen Cottonöl in einem von einer technischen Behörde vorgelegten Rüböl deckte die Ursache der völligen Verharzung der Schmierlager auf. Das Oel hatte selbst in seinen klaren Bestandtheilen an den Schmiergefäßen harzähnliche Theile angesetzt und enge Röhren vollständig zugeklebt.

Die oben erwähnten Terpentinöle (hierbei waren auch sog. Patentterpentinöle) wurden auf Feuergefährlichkeit und Siedegrenzen geprüft.

Die pechartigen Rückstände der Destillation von Erdöl, Fetten und Fettsäuren wurden auf Zollpflichtigkeit nach den zollamtlichen Vorschriften untersucht. Hierbei wurden die Prüfungsmethoden für derartige Produkte ausgebildet und insbesondere Methoden zur Unterscheidung von harten Rückständen der Destillation von Erdöl und Braunkohlentheer einerseits und Fetten andererseits aufgesucht. Ueber die Ergebnisse dieser Untersuchungen ist in der „Chemischen Revue über die Fett- und Harzindustrie“ 1900 S. 2 vorläufig berichtet worden. Die inzwischen erschienene ausführlichere Arbeit siehe „Mittheilungen“ 1900 S. 147 und 157. Aus den Ergebnissen sei hier Folgendes hervorgehoben: Die harten Fettpeche ließen sich von den Erdölpechen durch die hohen Säurezahlen der beim Destilliren über freiem Feuer entstehenden ersten Destillatantheile, durch die hohen Säurezahlen der ersten Wasserdampfdestillate, die Säure- und Esterzahlen der alkoholisch ätherischen Auszüge, durch den Akroleïngeruch der Peche beim Erhitzen und durch ihren Kupfergehalt erkennen.

Die in den Schiebern von Dampfmaschinen aufgefundenen schwarzen Rückstände waren meist von bröckliger Beschaffenheit und unbestimmtem Geruch. Sie enthielten 7,5—15 % dickflüssiges Cylinderöl, Oxyde des Eisens, metallisches Eisen (7,7 bezw. 50 %) und etwas Kieselsäure, asphaltartige verharzte und kohlige Theilchen. Ein erheblicher Theil der Rückstände schien mithin, wie dies auch schon früher beobachtet worden war, durch Zersetzungen aus dem benutzten Schmieröl entstanden zu sein. In dem einen Fall war ein geringerer, im anderen ein stärkerer Verschleiß der Schmierfläche an metallischem Eisen festzustellen.

Ein in eigenartiger Weise gewonnenes Rohöl von mineralölartigem Charakter sollte auf seine Verarbeitungsfähigkeit auf Schmieröle von möglichst tief liegendem Kältepunkt und möglichst hochliegendem Flammpunkt geprüft werden, nachdem es dem Einsender nicht gelungen war, in seiner Fabrik ein genügend tief erstarrendes und genügend hoch entflammendes Schmieröl aus dem Rohöl herauszuarbeiten. Zu diesem Zweck wurde das Oel mehrfachen Destillationen mit überhitztem Wasserdampf unterworfen. Die in mehreren Stufen aufgefangenen Schmierölfraktionen wurden nach Abtrennung der leichter siedenden und der höchstsiedenden Cylinderölfraktion einzeln und in Mischung miteinander geprüft. Es gelang

schließlich, bis zu etwa 50 % eines mehrere Grade unter 0 C° erstarrenden und genügend hoch entflammenden Schmieröles vom Flüssigkeitsgrad eines schweren Maschinenöles aus dem Rohöl zu gewinnen.

Ein Rohpetroleum, anscheinend norddeutscher Herkunft, wurde auf seine Eigenschaften und Zusammensetzung geprüft. Es erwies sich als sehr dickflüssig (fe bei 20 C° = 75), hatte ein specifisches Gewicht von 0,939, war bei starker Kälte noch bequem flüssig und entflammte im Penskyschen Apparat bei etwa 76 C°. Das Oel enthielt kein Benzin und nur 20 % bis 300 C° siedende Theile, geringfügige Mengen von Paraffin und entsprechend viel asphaltreiches Schmieröl.

Ein zu groben Schmierzwecken benutztes Oel bestand aus 80 % alkohollöslichem Buchenholztheeröl und 20 % dickflüssigem dunklen Mineralöl.

Die Prüfung der eingereichten 14 Penskyschen Apparate ergab, daß deren mechanische Ausführung den vorgeschriebenen Anforderungen entsprach. Die auf den Apparaten ermittelten Flammpunkte stimmten mit den Ergebnissen des Apparates der Versuchsanstalt gut überein. Die höchsten Abweichungen in den auf den verschiedenen Apparaten gefundenen Flammpunkten betrugen für gleiche Oele 2 °, meistens war die Uebereinstimmung noch vollständiger. Diese umfangreichen Versuchsreihen bestätigten die bei früheren Untersuchungen gemachten Erfahrungen über die Zuverlässigkeit der Vergleichsprüfungen mit dem Penskyschen Apparat. Zwei Dampfcylinderöle, die für eine größere Fabrik geprüft wurden, entflammten im Penskyschen Apparat unter 140 °. Auf Einspruch des Einsenders wurden die Ursachen für diese auffallend niedrige Entflammbarkeit ermittelt. Es zeigte sich, daß die Oele im offenen Tiegel normal hoch d. h. zwischen 280 und 290 ° entflammten. Sie enthielten aber, wie die Destillation ergab, geringe Mengen leichter Petroleumfraktionen, die nach späterem Zugeständniß des Einsenders von der Spülung der Probeflaschen herrührten und sich bei der Prüfung im offnen Tiegel der Beobachtung entzogen hatten. Weniger befriedigend als die Prüfung der Penskyschen Apparate verlief die Prüfung eines Englerschen Viskosimeters. Das Ausflußröhrchen war um 0,03 mm zu eng und zeigte starke Bohrriefen. Die Auffüllmenge war um 12 ccm zu groß. Der Apparat gab um 4—7 % zu niedrige Flüssigkeitsgrade.

Die abgegebenen Gutachten erstreckten sich auf die Verwendbarkeit von Cylinderölen für Heißdampfmaschinen und Dampfcylinder, die mit hohem Druck arbeiten, ferner auf die Begutachtung der Zollpflichtigkeit von Mineralölrückständen und Rückständen der Fettdestillation. Ein für eine Behörde abgegebenes Gutachten betraf die Frage, in wie weit ein Zusatz von Rüböl den Werth eines Knochenöles als Rostschutzmittel beeinflußt und in wie weit das Oel wegen seines Gehalts an Rüböl und seines zu niedrigen Kältepunktes als nicht bedingungsgemäßes Knochenöl anzusehen sei.

Die wissenschaftlichen Arbeiten betrafen die schon oben erwähnte chemische Untersuchung der pechartigen Rückstände der Destillation von Erdöl, Braunkohlentheer und Steinkohlentheer, ferner den Nachweis von pflanzlichem Fett in thierischem Fett mittelst der Phytosterinprobe und endlich die zollamtlich vorgeschriebene Prüfung des Flüssigkeitsgrades von Mineralölrückständen bei + 45 C°. Zur Gewinnung reinen Phytosterins wurden Erbsen auf Erbsenöl durch Extraktion mit Benzin verarbeitet und das in diesem Oel reichlich (bis über 5 %) vorhandene Phytosterin in bekannter Weise abgeschieden. Ferner wurden mit gutem Erfolge Versuche ausgeführt, um den Gehalt an Seife in konsistenten Fetten, an Sikkativseife im Firniß in einfacher Weise durch direkte Titration der in Benzin-Alkohol oder Aether-Alkohol

gelösten Fette mit $\frac{n}{2}$ Salzsäure zu bestimmen, und um pflanzliches bezw. thierisches Fett auch neben Mineralöl durch den Phytosterin- bezw. Cholesteringehalt zu erkennen.

Die von den Beamten im verflossenen Jahre ausgeführten Studien- und Dienstreisen haben vielfach Gelegenheit zu inniger Berührung mit der Praxis gegeben und wirkten außerordentlich anregend sowohl auf die Beamten der Anstalt als auch auf die Kreise, mit denen sie in Berührung kamen. Der Direktor und die Abtheilungsvorsteher nahmen mehrfach auch thätig an Fachversammlungen und Kommissionsberathungen technischer Vereine Theil. Die Arbeiten für den Internationalen und den Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik haben die Mitwirkung des Direktors und der Abtheilungsvorsteher stark in Anspruch genommen.

Der Direktor hat gemeinsam mit dem Ingenieur Heyn der Versuchsanstalt die Versammlung der oberschlesischen Gruppe des Vereins deutscher Eisenhüttenleute zu Gleiwitz besucht, bei dieser Gelegenheit hielt Herr Heyn einen Vortrag: „Einiges über das Kleingefüge des Eisens". Dieser Vortrag wurde auf Wunsch an einem der nächsten Tage auch noch den Beamten der Bismarckhütte wiederholt; er hat sehr anregend gewirkt und zu engem Verkehr der Versuchsanstalt mit der oberschlesischen Eisenindustrie geführt. Im Anschluß an diesen Besuch wurden auch noch die Gleiwitzer Industrieen sowie das Borsigwerk und die Friedenshütte studirt.

Der Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung nahm mit dem Direktor thätigen Antheil an den Sitzungen der Nickelkommission des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes Theil; über den Stand der Arbeiten ist bereits weiter oben berichtet worden. Die bisher erzielten Ergebnisse bildeten den Gegenstand eines Vortrages des Abtheilungsvorstehers Professor Rudeloff vor dem genannten Verein.

Im internationalen Verbande für die Materialprüfungen der Technik führte Herr Rudeloff die Obmannschaft der Kommission zur „Untersuchung des Verhaltens von schmiedbarem Eisen bei abnorm niedrigen Temperaturen". Ferner war er Referent in der Kommission zur Aufstellung einheitlicher Verfahren für Holzuntersuchungen. Als solcher erstattete er einen zusammenfassenden Bericht über die bisher gebräuchlichen Prüfungsverfahren (s. Mittheilungen 1899 S. 180—206) und an Hand des diesem Bericht angefügten Fragebogens sind die Verhandlungen nunmehr soweit gediehen, daß der nächsten Verbandsversammlung einheitliche Vorschläge zur Beschlußfassung vorgelegt werden können.

Zur Prüfung von Festigkeitsprobirmaschinen machte der Abtheilungsvorsteher Professor Rudeloff auf Kosten der Antragsteller Dienstreisen nach Cradley-Heath in England, München und Gleiwitz. Diese Reisen gaben Gelegenheit verschiedene Systeme von Probirmaschinen auf ihren Werth zu prüfen und daneben die von den Antragstellern betriebene Fabrikation schwerer Ketten, von Ankern, Drähten, Nägeln und Artilleriematerialien zu studiren.

Der Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung betheiligte sich gemeinsam mit dem Direktor an der Generalversammlung des Deutschen Vereins für Fabrikation von Ziegeln, Thonwaaren, Kalk und Cement, des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten, des Deutschen Beton-Vereins, des Vereins Deutscher Fabriken feuerfester Produkte und des Deutschen Gips-Vereins, an mehreren

Sitzungen des Vorstandes des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten und an den Fachkommissionen dieses Vereins. Durch dieses lebhafte Zusammenwirken ist manche Schwierigkeit überwunden und von allen Seiten ist deswegen die Nützlichkeit der persönlichen Fühlung lebhaft empfunden.

Als Studienreise und zur Aufklärung von Abweichungen in den Ergebnissen von Cementprüfungen an verschiedenen Orten unternahmen der Direktor und der Abtheilungsvorsteher Gary eine Reise nach Frankfurt, Biebrich und Stuttgart. Die Verhandlungen führten zur Anbahnung einheitlicher Ausführung der Prüfungsverfahren für Cement. Auf Anregung der Stuttgarter und Charlottenburger Versuchsanstalten erklärte sich infolgedessen der Verein Deutscher Portland-Cement-Fabrikanten für die Einführung des vom Tiefbauamt der Stadt Frankfurt geübten Handmischverfahrens. Der Abtheilungsvorsteher Gary hat ferner die Gipsindustrie, Steinbrüche und Kalksandsteinfabriken des Harzes und Thüringens studirt und in Westerland auf Sylt die Herstellung von Mörtelproben besonderer Zusammensetzung zur Beobachtung ihres Verhaltens im Seewasser überwacht.

Im Sommer 1899 hat der Abtheilungsvorsteher Herzberg die Papierprüfungsanstalten in Leipzig, am Bayerischen Gewerbemuseum in Nürnberg und an der Technischen Hochschule zu München besucht zur persönlichen Rücksprache über die geplante Aenderung der Papiernormalien; der über diese Reise erstattete Bericht wird bei der Feststellung der Aenderungen als Material Verwendung finden. Ueber den gleichen Gegenstand haben in den Räumen der Anstalt mehrfach Verhandlungen des Direktors und des Abtheilungsvorstehers Herzberg mit Vertretern der Papierindustrie und des Papierhandels stattgefunden. Ferner wurde die Abtheilung aus diesen Kreisen vielfach zum Studium und zur Erlangung von Rathschlägen aufgesucht, so daß auch auf diesem Gebiete sich ein überaus werthvoller und anregender persönlicher Verkehr entwickelt hat.

Man darf hoffen, daß die Beziehungen zwischen der Anstalt und den technischen Kreisen sich zum Vortheil für beide Theile immer inniger gestalten werden.

Der Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung Dr. Holde hatte im Laufe des Jahres 1898 eine Studienreise durch Bayern, Oesterreich und Ungarn ausgeführt, die ihm Gelegenheit gab, die Einrichtungen für Materialprüfung bei den Bayerischen Staatsbahnen kennen zu lernen, sich an den Verhandlungen des Internationalen Kongresses für angewandte Chemie in Wien (Gruppe VII Erdölindustrie und IX Fett- und Gerbereiindustrie) durch Vortrag und Eingreifen in die Verhandlungen zu betheiligen und dann die Mineralölraffinerien in Preßburg, Budapest und Oberberg zu besuchen. Diese Studienreise gab besonders auch noch Gelegenheit, an den Sitzungen und Verhandlungen der Kommissionen VIII und IX des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik Theil zu nehmen. Im verflossenen Jahre hat diese Aufgabe den Abtheilungsvorsteher hervorragend in Anspruch genommen, und die Kommission IX konnte die Arbeiten zur Vereinheitlichung der Untersuchung von Mineralölen und Fetten größtentheils zum Abschluß bringen. Bei einem Besuch der Kommission in der Hamburger Gasanstalt konnte Dr. Holde unter anderem auch die photometrischen Einrichtungen der Anstalt studiren und sich über die dortigen Anforderungen und Erfahrungen über Gasöle unterrichten.

B. Chemisch-technische Versuchsanstalt.

Die Thätigkeit der Chemiker wurde durch folgende umfangreichen Arbeiten in Anspruch genommen:

1. Nachprüfung der Tropfpunktsbestimmungsmethode für cerefin- und paraffinartige Substanzen.
2. Versuche über die Bestimmung der Menge Acetylen, welche von Calciumcarbid entwickelt wird.

Außer diesen Untersuchungen wurden in dem genannten Etatsjahre 655 Analysen erledigt. Von diesen entfielen: auf Reichsbehörden 61, auf Staatsbehörden 165, auf Private 429 und zwar klassificiren sich dieselben nach Art der Materien wie folgt:

a. Anorganische Materien.

Metalle und Legirungen 199; Mineralien, Erze und Oxyde 95; Thon, Sand und Ziegelsteine 26; Kalkstein, Kalk, Cement und Mörtel 45; Mineralfarben und Glasuren 13; Wasser und Soolen 65; Calciumcarbid 2. Summa 445.

Von den 199 Analysen von Metallen und Legirungen entfallen auf Eisen, Stahl und Stahllegirungen 101; Kupfer 8; Zinn 2; Zink 5; Messing 20; Bronze 23; andere Metalle 6; andere Legirungen 34.

b. Organische Materien.

Fette, fette Oele, Mineralöle, Theer 40; Kohlen, Brikets, Koks und Asphalt 60; andere organische Stoffe (Papier, Seife, Gummi ꝛc.) 86. Summa 186.

c. Tinten.

Der Klasse I angehörend 23; der Klasse II angehörend 1.

---

2. Erfahrungen mit Normalpapier.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Im Jahre 1898 schickte die Versuchsanstalt an zahlreiche Papierfabrikanten und Papierhändler Deutschlands eine Umfrage, um Material für die Frage zu gewinnen, wie das Publikum in seinem Verkehr mit den Behörden zur Verwendung von Normalpapier veranlaßt werden könne. Einige von süddeutschen Händlern auf diese Umfrage eingegangene Antworten gingen dahin, daß man in Süddeutschland mit den Normalpapieren vielfach schlechte Erfahrungen gemacht habe und daß diese Papiere daher nicht beliebt seien.

Um ein unbeeinflußtes Urtheil darüber zu gewinnen, in welchem Maße diese Behauptung zutreffend sei, wandte sich die Versuchsanstalt an eine Reihe süddeutscher Behörden verschiedener Dienstzweige mit der Bitte, ihr Mittheilungen über die bei der Verwendung von Normalpapier gemachten Erfahrungen zugehen zu lassen. Die eingegangenen Antworten, welche auch für weitere Kreise Interesse haben, sind nachstehend in kurzen Auszügen wiedergegeben.

1. Antwort.

Der Verbrauch an Normalpapier ist verhältnißmäßig gering. Eine Erklärung hierfür ist in dem Umstand zu suchen, daß zur Zeit noch keine Vorschriften für die Verwendung von Normalpapier bestehen und daß die Papierhändler im allgemeinen keine Vorliebe für eine unter amtlicher Kontrole stehende Papiergattung haben. Von anderer Stelle sind Aeußerungen über Normalpapiere in günstigem Sinne bei uns eingegangen.

2. Antwort.

Die verwendeten Normalpapiere haben zu Klagen keinen Anlaß gegeben.

3. Antwort.

Hier werden Normalpapiere seit dem Jahre 1896 verwendet und zwar die Sorten 2a, 2b, 3a, 3b, 4a und 4b in sehr ausgedehntem Maße, sowohl als Schreibpapiere wie auch als Druckpapiere zur Herstellung von Formularen, Instruktionen u. s. w. Für die Einführung der Normalpapiere bei unserer Verwaltung waren einerseits die günstigen Erfahrungen maßgebend, welche mit dem bereits früher in beschränktem Umfange zur Drucklegung von Formularen verwendeten Normalpapier gemacht worden waren, ferner die Thatsache, daß die damals gebräuchlichen Koncept- und Kanzleipapiere unverhältnißmäßig hoch im Preise gehalten waren und außerdem bei dem Mangel bestimmter Vorschriften für die Anfertigung dieser Papiere nur eine sehr primitive Prüfung der Qualität durch Kontrole des Gewichtes oder Untersuchung auf Holzschliff gestatteten. Die seit der Einführungszeit gewonnenen Erfahrungen mit den Normalpapieren lassen sich dahin zusammenfassen, daß letztere den weitgehendsten Erwartungen ohne Unterschied der Verwendungsart vollauf entsprochen haben. Während vordem die Akten je nach der Häufigkeit der Benutzung insbesondere am Rande mehr oder weniger zerfetzt waren, sind dieselben nunmehr sauber und unversehrt, wie auch ein Vergilben der einzelnen Papiere nicht mehr wahrzunehmen ist. Hierzu kommt noch der wesentliche Vortheil, daß der Minderaufwand für die Beschaffung der Normalpapiere gegenüber den vorher üblichen Papiersorten sich auf rund 50% berechnet.

4. Antwort.

Bei unserer Druckerei und Drucksachenverwaltung ist von Normalpapieren nur eine Sorte im Gebrauch, nämlich das Frachtbriefpapier 4a; dieses Papier hat sich bis jetzt gut bewährt.

5. Antwort.

Neuerdings wird Normalpapier 4a für Formulare, zu Zollinhaltserklärungen ꝛc. benutzt. Irgend welche Ausstellungen von Behörden oder vom Publikum an dem genannten Papier sind bis jetzt hier nicht bekannt geworden. Andere Normalpapiere als die erwähnte Sorte sind zur Zeit hier nicht im Gebrauch.

6. Antwort.

Zur Zeit sind nur für Standesämter Papiere mit bestimmten Eigenschaften vorgeschrieben. Die Anforderungen entsprechen annähernd denen, welche die preußischen Normalien für Standesamtsregister vorschreiben, jedoch ist von der Forderung eines Wasserzeichens Abstand genommen worden.

7. Antwort.

Normalpapiere kommen bei uns, wenn überhaupt, nur in ganz vereinzelten Fällen zur Anwendung; so werden auf unserer Kanzlei zur Herstellung von Abschriften Normalpapiere 4b, aber nur in geringem Umfange verwendet. Dieses Papier hat sich bisher gut bewährt.

8. Antwort.

Unseren Papierlieferungen werden Vorschriften zu Grunde gelegt, welche mit wenigen Abänderungen den preußischen Normalien entsprechen. Mit dem beschafften Normalpapier haben wir im Gegensatz zu früheren vor 1890 bezogenen billigeren Konceptpapieren, die in den Akten vergilbten und brüchig wurden, bisher nur günstige Erfahrungen gemacht.

9. Antwort.

Für die Beschaffung von Papier sind bei uns seit 1890 Bestimmungen maßgebend, welche an die Beschaffenheit des Papieres im wesentlichen dieselben Anforderungen stellen wie die in den preußischen „Vorschriften". Wir können bestätigen, daß seit dieser Zeit im allgemeinen bessere Papiere zur Verwendung kamen, welche die geforderten Eigenschaften besaßen. Klagen und schlechte Erfahrungen mit den zur Verwendung kommenden Papieren sind seitens der uns unterstellten Behörden nicht laut geworden.

8 Antworten lauteten dahin, daß Normalpapiere bei den betreffenden Behörden nicht zur Anwendung gekommen sind.

Das Ergebniß dieser Umfrage ist also dahin zusammenzufassen, daß an den befragten, Normalpapier verwendenden Stellen lediglich zufriedenstellende Erfahrungen gemacht worden sind. Die abgegebenen Urtheile wiegen um so schwerer, als sie von Stellen herrühren, für die keinerlei Zwang vorlag, die früher verwendeten Papiere aufzugeben und zu den Normalpapieren überzugehen.

Die erwähnten Aeußerungen einiger süddeutscher Papierhändler sind daher vielleicht auf vereinzelte Vorkommnisse zurückzuführen, die man aber nicht verallgemeinern sollte. Papiere, die den Empfänger nicht befriedigen und die ihm begründeten Anlaß zu Beanstandungen geben, hat es immer gegeben und wird es stets geben, seien es nun Normalpapiere oder Nicht-Normalpapiere. Fehler, die den Normalpapieren an sich, d. h. als Folge der vorgeschriebenen Bedingungen eigen sind, giebt es nicht; allerdings sind unter ihnen wie unter allen anderen Papiergattungen auch schlechte Erzeugnisse vertreten, aber in erheblich geringerem Maße als bei Nicht-Normalpapieren, und es wird vorzugsweise von dem bewilligten Preis abhängen, ob man zufriedenstellende oder mangelhafte Waare erhält.

Begegnet man einem schlechten Löschpapier, so wird es kaum Jemand einfallen, allgemein über schlechte Löschpapiere zu klagen; befriedigt ein Druckpapier nicht, so wird man nicht auf mangelhafte Fabrikate unserer gesammten Druckpapierindustrie schließen; erhascht man aber ein Normalpapier, das vielleicht unrein aussieht oder zu locker gearbeitet ist oder sonst irgend einen Fehler hat, so wird vielfach sogleich der Stab über die Normalpapiere überhaupt gebrochen. Dann heißt es, die Normalpapiere sind unsauber, lappig, lassen sich schlecht beschreiben, sehen theilweise aus wie Packpapiere u. s. w. Solche unreife Urtheile finden leider nur zu leicht Verbreitung, weit mehr als anerkennende Aeußerungen; sie werden gern geglaubt und schaffen unberechtigtes Mißtrauen.

Durch die Versuchsanstalt gehen Erzeugnisse aller Normalpapierfabriken; die große Anzahl der jährlich zur Prüfung eingereichten Fabrikate verschiedener Klassen einer ganzen Reihe von Fabriken gestatten einen weiten Ueberblick über die Güte unserer Normalpapiere. Die Erfahrung hat gezeigt, daß das Ziel, welches bei Einführung der Gütevorschriften, vorschwebte, erreicht worden ist, und die Behörden heute in den Normalpapieren ein erheblich besseres Material für ihre Akten zur Verfügung haben als früher bei der Verwendung von Nicht-Normalpapieren.

3. Die Verwendbarkeit der Metallmikroskopie für die Prüfung der Werkzeugstähle.

Von E. Heyn, Ingenieur, Charlottenburg.

Es ist ein recht häufig eintretender Fall, daß Werkzeugstahl bei seiner Verwendung Mängel aufweist, und daß der Verbraucher des Stahles die Ursache hierfür ohne weiteres in der Art des verwendeten Stahlmaterials sucht, trotzdem es doch eine alte Erfahrungssache ist, daß die Art der Behandlung des Werkzeugstahles bis zu seiner Ueberführung in das fertige Werkzeug, insbesondere die Art des Härtens, eine ungemein wichtige Rolle hierbei spielt. Bei dem in solchen Fällen entstehenden Meinungsgegensatz zwischen Stahlerzeuger und Stahlverbraucher muß es für ersteren unbedingt von höchster Wichtigkeit sein, Klarheit in die Sachlage zu bringen, und so sein Stahlmaterial gegen das unter Umständen unverdiente Mißtrauen zu schützen. In zahlreichen Fällen vermag hierbei die mikroskopische Untersuchung werthvolle Dienste zu leisten. Vorausgesetzt, daß man es mit gewöhnlichen Kohlenstoffstählen[1]) zu thun hat, und daß das nothwendige Vergleichsmaterial vorliegt, kann man auf Grund mikroskopischer Vergleichsprüfung von den die Behandlung des Werkzeugstahles betreffenden Fragen zur Zeit folgende beantworten:

1. Ist durch die bei der Herstellung des Werkzeuges vorgenommene Wärmebehandlung in der Nähe des arbeitenden Theiles des Werkzeuges (Schneide, Spitze u. s. w.) eine Verringerung des Kohlenstoffgehaltes eingetreten, also die Härtungsfähigkeit des Werkzeuges an dieser Stelle verringert?

2. Ist mit oder ohne Absicht eine Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes in der Nähe des arbeitenden Theiles des Werkzeuges (Schneide, Spitze u. s. w.) erzeugt, und wie vertheilt sich diese Vermehrung des Kohlenstoffgehaltes auf die Masse des Werkzeuges (Verstählen, Einsatzhärten)?

3. Ist der arbeitende Theil des Werkzeuges mit der übrigen Masse desselben aus einem Stück, oder an diese angeschweißt? Wie ist die Schweißung beschaffen?

4. Enthält das Werkzeug Härterisse?

5. Ist der Stahl bei seiner Verarbeitung zum Werkzeug verbrannt?

6. Ist der Stahl nach dem Härten angelassen oder nicht?

7. Für den Fall, daß ein Anlassen nach dem Härten noch nicht stattgefunden hat, läßt sich noch eine Antwort geben auf die wichtige Frage: Innerhalb welcher ungefährer Grenzen des Hitzegrades ist die Abschreckung des Stahles erfolgt? Ist das Material überhitzt gehärtet, also der höchste für das Härten zulässige Hitzegrad überschritten worden?

Das Folgende bezweckt keineswegs eine eingehende Anleitung zur receptmäßigen Beantwortung der obigen sieben Fragen in allen Fällen zu geben. Eine solche kann sich erst mit

[1]) Ueber Chrom-, Wolfram- u. s. w. -Stähle liegen bis jetzt genügende Erfahrungen noch nicht vor.

der Zeit durch den Gebrauch selbst entwickeln. Es liegt der Fall hier ähnlich wie mit der chemischen Analyse des Stahles. Die ursprünglich am Anfang der Entwicklung der analytischen Verfahren vorgeschlagenen Arbeitsweisen waren verhältnißmäßig umständlich und nur für fein durchgebildete Analytiker durchführbar. Man konnte die Tragweite der einzelnen in Betracht kommenden Fehlerquellen, die Größe und Richtung ihres muthmaßlichen Einflusses noch nicht so vollständig übersehen, wie gegenwärtig, und war so gezwungen, allgemeine Vorsichtsmaßregeln im weitesten Umfange anzuwenden. Gegenwärtig, wo man durch jahrelangen praktischen Gebrauch genauer über die Wirkung dieser Fehlerquellen unterrichtet ist, sieht man sich in den Stand gesetzt, je nach dem vorliegenden besonderen Falle von dieser oder jener der Vorsichtsmaßregeln auf Grund der Erfahrung abzusehen und ist so zu einfachen, receptartigen Verfahren gelangt, die unter Umständen sogar von Nichtfachleuten ausgeführt werden. Dem Anfangsstandpunkt der analytischen Prüfungsverfahren für Stahl vergleichbar ist der gegenwärtige Stand der mikroskopischen Untersuchungsarten; sie können vorläufig nur in sachkundiger Hand unter Berücksichtigung aller Möglichkeiten zum gewünschten Ziele führen und sind vor allen Dingen noch lediglich „Vergleichsverfahren". Die folgenden Zeilen haben das Ziel, die Möglichkeit der Entscheidung der oben angeführten sieben Fragen in gegebenen Fällen zu zeigen. Diese Fälle beziehen sich auf Untersuchungen, die thatsächlich in der Versuchsanstalt auf Antrag ausgeführt wurden.

Die Fragen 1 und 2 lassen sich auf folgende Weise einfach und sicher entscheiden. Man sucht sich ein Bruchstück von dem zur Prüfung vorliegenden Werkzeug (beispielsweise Zange, Hobelstahl u. s. w.) herzustellen, welches die arbeitende Kante mitenthält, und in dem die Bruchfläche ungefähr senkrecht zu dieser Kante läuft. Das Bruchstück wird unter möglichst peinlicher Vermeidung von Oxydation, beispielsweise durch rasches Erhitzen in einer Stickstoffatmosphäre ausgeglüht. Die Bruchfläche wird nach Wegnahme eines Spahns von einiger Dicke eben gemacht und polirt. Beim Poliren solcher unregelmäßiger Stücke verfährt man in der Versuchsanstalt so, daß sie in einer Holzfassung eingeklemmt werden, die als Handhabe beim Poliren auf den verschiedenen Schmirgel- und Tuchscheiben dient. Die polirte Fläche wird in einer Lösung von 1 Raumtheil Salzsäure auf 99 Raumtheile absoluten Alkohol geätzt. Dieses Aetzmittel ist seiner Zeit von A. Martens empfohlen worden und giebt saubere Aetzungen, ohne daß besondere Uebung erforderlich wäre. Die Aetzflüssigkeit befindet sich in einer Krystallisirschale; die Probe wird mit der zu ätzenden Fläche nach oben in trockenem Zustande, ohne vorherige Benetzung schnell eingebracht. Nach Beendigung der Aetzung bringt man die Probe schnell unter Alkohol. Ein unmittelbares Abspülen mit Wasser nach der Entnahme aus der Aetzflüssigkeit ist durchaus zu vermeiden, weil sonst farbige Ueberzüge die geätzte Fläche verdecken. Erst nach dem Abwaschen in Alkohol kann der Schliff in Wasser weiter abgespült werden. Zuletzt wird derselbe mit Watte, oder durch Drücken zwischen feiner Leinwand (Nicht Reiben!) getrocknet. Die so geätzte Fläche zeigt nach 3 bis 5 Minuten den Ferrit vollkommen hell, den Perlit gelblich bis braun, den Cementit spiegelnd weiß. Aus dem Verhältniß der einzelnen Gefügetheile läßt sich der Kohlenstoffgehalt abschätzen. Nimmt z. B. in einem Stahl mit weniger als 0,9 % Kohlenstoff die Menge des Perlits nach der Schneidkante zu ab, so hat diese während der Herstellung des Werkzeuges eine Entkohlung erlitten. Ist das Umgekehrte der Fall, so ist die Schneidkante kohlenstoffreicher als die übrige Masse des Werkzeuges. Dieses ist örtlich gestählt (einsatzgehärtet). Bei Stählen über 0,9 % Kohlenstoff giebt die Cementitmenge das entscheidende Merkmal.

Die mikroskopischen Verfahren liefern hier das einzige Mittel zur Entscheidung namentlich dann, wenn die Abmessungen des zu prüfenden Werkzeuges derartige sind, daß das Zerlegen des Materials von der Schneide her in Spähne für die analytische Kohlenstoffbestimmung nicht die erforderliche Menge Probematerial liefert, um in den einzelnen in verschiedenen Abständen von der Schneidkante befindlichen Schichten Kohlenstoffbestimmungen ausführen zu können.

Um Frage 3 zu beantworten, sucht man einen Längsschliff durch das ganze Werkzeug zu legen, welcher die vermuthliche Schweißstelle mit Sicherheit enthalten muß. Für den Fall, daß das Werkzeug nicht mehr bearbeitbar ist, muß man es zuvor durch kurzes Glühen in den weichen Zustand zurückführen. Andernfalls und auch dann, wenn die Schweißstelle außerhalb des gehärteten Theiles des Werkzeuges liegt, unterläßt man richtiger das Glühen. Bereits nach dem Poliren, besser noch nach dem Aetzen beispielsweise mit Kupferammonchlorid 1:12, ist die Schweißstelle mit Sicherheit bloßgelegt. Aus ihrer Beschaffenheit läßt sich außerdem ein Urtheil über die Vollkommenheit der Schweißung gewinnen. War ein Ausglühen nicht vorangegangen, so ist es auf Grund der Beobachtung der aneinanderstoßenden Gefügearten auch noch möglich, ein unter Umständen vorgekommenes zu starkes Erhitzen beim Schweißen festzustellen.

Die Ermittelung von Härterissen (Frage 4) läßt sich nicht immer an eingelieferten Werkzeugen sicher durchführen. Ist das Werkzeug bereits in Gebrauch gewesen, zum Theil bereits ausgebrochen, so läßt sich auf Härterisse in der bekannten Weise nur dann mit einiger Wahrscheinlichkeit schließen, wenn die bloßgelegten Risse Rostspuren tragen, während das übrige Werkzeug davon frei ist. Es ist zu bedenken, daß durch die Beanspruchung, welche das Abbrechen des Werkzeuges herbeiführte, Sprünge neu entstanden sein können, die nach dem Härten des Stahles und vor Ingebrauchnahme des Werkzeuges noch nicht vorhanden waren. Bei einem noch nicht gebrauchten Werkzeug wird man die Schneidkanten anpoliren und bei schwacher Vergrößerung auf Härterisse untersuchen. Aber auch hier besteht bei sehr harten Stählen und namentlich dann, wenn der gehärtete Gegenstand große Abmessungen und verwickelte Formen aufweist, die Gefahr, daß bei dem bloßen Anschleifen mit Schmirgelpapier Sprünge entstehen. Jedenfalls ist dies dann als ein Zeichen hoher Sprödigkeit aufzufassen, welche unter Umständen bereits genügen kann, um den gehärteten Gegenstand für bestimmte Verwendungszwecke unbrauchbar zu machen.

Zur Beantwortung der Fragen 5 bis 7 ist es von Wichtigkeit, für die einzelnen Stahlsorten festzustellen, welchen Einfluß das Abschrecken von verschiedenen Hitzegraden und das Anlassen auf das Kleingefüge ausübt. Im folgenden soll dies zur Erläuterung an einem Stahl von der chemischen Zusammensetzung:

Kohlenstoff	0,55 %
Silicium	0,005 „
Mangan	0,75 „
Phosphor	0,003 „
Schwefel	0,058 „

durchgeführt werden. Das Material lag in Form eines geschmiedeten Quadratstabes von 22 mm Seitenlänge vor. Das Kleingefüge eines Querschliffs in diesem Zustande ist veran-

schaulicht durch[1]) Fig. 1, Taf. II in 123facher Vergrößerung nach dem Aetzen in einer Lösung von 1 Raumtheil Salzsäure in 99 Raumtheilen absoluten Alkohols. Helle, unscharf begrenzte Adern von Ferrit durchziehen die gelblich bis braungefärbte Perlitmasse. Nach halbstündigem Glühen der Probe zwischen 930 und 940 C° und darauf folgendem langsamen Abkühlen ist eine durchgreifende Gefügeveränderung eingetreten; Ferrit und Perlit haben sich scharf von einander abgesondert, wie Fig. 2, Taf. II in ebenfalls 123facher Vergrößerung nach Aetzen mit obiger Salzsäure-Alkohollösung erkennen läßt. Der Ferrit ist hell, erscheint etwas rauh in Folge von im Entstehen begriffenen Aetzfigürchen. Der in Fig. 2, Taf. II dunkel, in Wirklichkeit gelbbraun erscheinende Perlit zeigte bei stärkeren Vergrößerungen, als in der Fig. 2 angewendet, die kennzeichnenden abwechselnden Lamellen von Ferrit und Cementit, während der Perlit im ursprünglichen geschmiedeten Zustande diese Grundbestandtheile nur andeutungsweise erkennen läßt, somit nach der Bezeichnungsweise von Osmond ein sorbitähnliches Aussehen zeigt. Der Antheil des Perlites an der Gesammtfläche in Fig. 2, Taf. II wurde zu 48 % mit Hülfe des Planimeters ermittelt. Eine Zonenbildung im Querschnitt war nicht vorhanden. Die geätzte Fläche war vollständig gleichgefärbt und ließ unter dem Mikroskop eine Aenderung des Flächenantheils des Perlits, also eine ungleichmäßige Kohlenstoffvertheilung nicht erkennen.

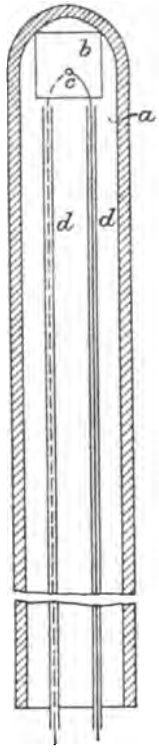


Fig. 1.

a Porzellanrohr.
b Stahlprobe.
c Löthstelle des Thermoelementes.
d Thonröhrchen zur Isolation der Drähte des Thermoelementes.

Von dem Quadratstab wurden hierauf 4 mm dicke Querschnitte hergestellt, und diese wieder in je 4 Theile zerlegt, so daß eine Reihe von quadratischen Versuchsplättchen von 10,5 mm Seitenlänge und 4 mm Dicke vorlag. Diese Versuchsstücke wurden in einem Porzellanrohr in Verbindung mit den Drähten eines Platin-Platinrhodiumelementes nach Textfig. 1 in den vorher geheizten Ofen eingesetzt und rasch auf einen bestimmten Hitzegrad T in C° gebracht. Sobald dieser erreicht war, wurde durch Kippen des Porzellanrohres a der Probekörper in Wasser von t C° gestürzt und somit abgeschreckt. Die eine der beiden quadratischen Flächen wurde sodann etwas abgeschmirgelt, polirt und zur mikroskopischen Ermittelung des Gefüges verwendet. Das beobachtete Gefüge entspricht somit nahezu dem der abgeschreckten Oberfläche, welche die am schroffsten abgeschreckten Theile der Stahlprobe enthält. Die mehr im Innern liegenden weniger schroff abgeschreckten Stellen des Probematerials kamen somit nicht zur Beobachtung.

Für die einzelnen Proben sind die Zahlengrößen für T und t hierunter zusammengestellt:

Probe bezeichnet mit:	Hitzegrad, von welchem aus die Abschreckung erfolgte, T in C°:	Abschreckung in Wasser von t C°:
a	$T_a = 750$ C°	$t = 16\frac{1}{2}$ C°
b	$T_b = 800$ „	$t = 17\frac{1}{2}$ „
c	$T_c = 850$ „	$t = 16$ „
d	$T_d = 960$ „	$t = 16\frac{1}{2}$ „
e	$T_e = 1100$ „	$t = 12$ „

[1]) Abzüge von vorhandenen Platten für Uebungs- und Sammlungszwecke werden von der Versuchsanstalt zu 2 M. pro Stück abgegeben. Auch können ganze Sammlungen charakteristischer Gefügebilder je nach Bedarf zusammengestellt werden.

Die Aetzung der polirten Flächen geschah durchweg mittels der oben genannten Lösung von 1 Raumtheil Salzsäure in 99 Raumtheilen Alkohol in der früher beschriebenen Weise. Für gehärtete Stähle ist eine Aetzdauer von 10 bis 15 Minuten geeignet.

Probe a, abgeschreckt bei 750 C° in Wasser von 16½ C°.

Die geätzte Fläche zeigte, entsprechend der Textfig. 2, nach der Mitte hin dunklere Färbung als am Rande und in den Ecken. Der Uebergang aus der äußeren helleren in die innere dunklere Zone verlief allmählich. Der äußere helle Rand besteht aus Martensit mit kleinen ferritartigen Inseln, welche von einem schmalen dunklen Gefügetheil umgrenzt sind, wie es Fig. 5, Taf. II in 365facher Vergrößerung darstellt. Der Martensit ist feinnadlig, die Nadeln sind kurz. Mehr nach der Mitte zu werden die Martensitnadeln weniger deutlich, die Menge des dunklen Körpers in der Umgrenzung der ferritartigen Inseln nimmt beständig zu. Dies belegen die Fig. 6 und 7 auf Taf. II, von denen erstere eine Abbildung aus der Uebergangszone von dem helleren äußeren Rand nach der Mitte zu in 365facher Vergrößerung, die letztere eine Stelle aus der Mitte in gleicher Vergrößerung darstellt. Deutlicher noch sichtbar sind die Uebergänge in den bei schwächerer, 29facher Vergrößerung aufgenommenen Uebersichtsbildern 3 und 4, Taf. II; die obere Kante von Fig. 3 liegt nahe dem Rand, die untere Kante von Fig. 4 nahe der Mitte der Probe. Der dunkle Gefügebestandtheil ist ein Uebergangsbestandtheil zwischen Martensit und Perlit, der von Osmond den Namen Troostit erhalten hat. Er wird von der oben näher bezeichneten alkoholischen Salzsäurelösung braun bis blaubraun gefärbt und zeigt weder die sich kreuzenden Nadeln des Martensits, noch die Lamellen des Perlits. Sein Aufbau ist, wie aus Fig. 12 in 900facher Vergrößerung hervorgeht, verworren, zum Theil zeigen sich Spuren von radialstrahliger Anordnung. Das vermehrte Auftreten des Troostits nach der Mitte der Probe zu bewirkt die oben erwähnte dunklere Kernfärbung im geätzten Schliff. Diese Anreicherung nach der Mitte zu hängt jedenfalls mit der weniger schroffen Abschreckung der Mitte der Schlifffläche gegenüber deren Umfang, insbesondere gegenüber den die Wärme stark ableitenden Ecken zusammen. Es ist dies insofern wichtig, als es darüber belehrt, daß von einer gleichmäßigen Abschreckung selbst in kleinen Stücken nur bedingt die Rede sein kann. Selbst auf der bei der Abschreckung fast unmittelbar an der Oberfläche befindlichen Schlifffseite spielt die Form des Probestücks bereits eine Rolle, so daß die Ecken schroffere Abschreckung erfahren, als die nach der Mitte der Fläche zu gelegenen Theile. Um wieviel stärker mag somit der Unterschied im Abschreckungsgrade in dickeren Probestücken sein.

Fig. 2.

Auch die nach dem im Anhang näher erörterten Verfahren bestimmte Ritzhärte ist nach Ausweis von Textfig. 3 und 4 in den verschiedenen Theilen der Schlifffläche verschieden. Setzt man die Ritzhärte des Stahles im geglühten Zustande gleich 1, so beträgt diese in den mittleren Theilen des bei 750 C° abgeschreckten Schliffes im Durchschnitt 1,5, an den Ecken dagegen 2,0.

Probe b, abgeschreckt bei 800 C° in Wasser von 17½ C°.

Auch hier zeigt die geätzte Fläche, wie bei Probe a, verschiedene Färbung, eine hellere Außen- und eine dunklere Innenzone. Der Uebergang zwischen beiden Zonen ist jedoch ein ziemlich plötzlicher, während er bei Probe a allmählich verlief. Es zeigt dies Fig. 8, Taf. II

in 29facher Vergrößerung. Die Außenzone besteht fast ausschließlich aus Martensit, dessen Nadeln gröber sind als diejenigen des Martensits in Probe a. Kleine rundliche, dunklere Pünktchen von Troostit liegen äußerst spärlich im Martensit vertheilt, vergl. Fig. 9, Taf. II in 365facher Vergrößerung. In der sehr schmalen Uebergangszone zeigt der Martensit ähnliches Aussehen wie am Rande, nur treten die dunkleren Troostiteinlagerungen mehr hervor wie aus Fig. 10, Taf. II in 365facher Vergrößerung hervorgeht. Nach der Mitte zu nimmt der Troostit immer mehr überhand; er bildet ein grobes Netzwerk, in dessen Maschen Martensit mit feineren Nadeln als am Rande auftritt, vergl. Fig. 11, Taf. II in 365facher Vergrößerung. An einigen Stellen waren innerhalb des Troostitnetzes sogar Spuren eines ferritartigen Gefügebestandtheiles sichtbar.

Auch in der Ritzhärte zeigt sich ein Unterschied zwischen Rand und Mitte; doch ist er nicht so auffällig wie bei Probe a. Wird die Ritzhärte des Stahles im geglühten Zustand mit 1 bezeichnet, so sind die durchschnittlichen Ritzhärten in der Außen- und Innenzone bezw. etwa 2 und 1,9.

Probe c, abgeschreckt bei 850 C° in Wasser von 16 C°.

Der geätzte Schliff zeigte vollkommen gleichmäßige Färbung, Trennung in verschiedene Zonen war nicht vorhanden. Das Gefüge sowohl am Rand, wie in der Mitte wird dargestellt durch die Fig. 13, Taf. II in 29facher und Fig. 14, Taf. II in 365facher Vergrößerung. Es ist auf der ganzen Schlifffläche gleich und setzt sich zusammen aus Martensit mit verworren liegenden mittellangen Nadeln, in welchem kleine dunklere Troostitinseln eingestreut liegen. Die Verschiedenheit in der Schroffheit der Abschreckung an den einzelnen Stellen des Schliffes ist also bei 850 C° im Gefüge nicht mehr zum Ausdruck gelangt. Ebensowenig gilt dies von der relativen Ritzhärte, welche, entsprechend den Textfig. 3 und 4, sowohl am Rande, wie in der Mitte zu etwa 1,9 ermittelt wurde, unter der Voraussetzung, daß die Ritzhärte des geglühten Stahles gleich 1 gesetzt wird.

Probe d, abgeschreckt bei 960 C° in Wasser von 16½ C°.

Auch hier zeigte der geätzte Schliff gleichmäßiges Gefüge an allen Stellen, wie Fig. 15, Taf. II in 4,3facher Vergrößerung erkennen läßt. Der Vergleich des bei 29facher Vergrößerung aufgenommenen Lichtbildes Fig. 16, Taf. II mit Fig. 13, Taf. II zeigt ein Zurücktreten der dunklen Troostiteinschlüsse in ersterem. Dasselbe ergiebt sich auch aus Fig. 17, Taf. II in 365facher Vergrößerung. Der Troostit ist bis auf ganz kleine verstreute Einschlüßchen zurückgegangen. Der Martensit ist feinnadlig. Die Richtungen der einzelnen ein Dreieck bildenden Nadelgruppen sind ziemlich parallel. Die Ritzhärte bezogen auf die gleich 1 gesetzte Ritzhärte des ausgeglühten Stahles wurde in der Mitte und am Rande zu etwa 1,9 ermittelt, vergl. Textfig. 3 und 4.

Probe e, abgeschreckt bei 1100 C° in Wasser von 12 C°.

Das Gefüge ist über den ganzen Schliff gleichmäßig vertheilt. Es wird dargestellt durch die Fig. 18, Taf. II in 4,3 facher, Fig. 19, Taf. II in 29facher und Fig. 20, Taf. II in 365facher Vergrößerung. Ein äußerst feiner Härteriß, der mit bloßem Auge und in Lichtbild Fig. 18, Taf. II nur schwer zu erkennen ist, zeigt sich deutlich bei 29facher Vergrößerung, wie Fig. 19, Taf. II, darthut. Das in Fig. 18 sichtbare Korn ist viel gröber als

dasjenige des Schliffes d in Fig. 15, Taf. II. Der Troostit ist nahezu ganz verschwunden. Der Martensit zeigt scharf ausgeprägte lange Nadeln. Benachbarte Nadeln bilden Gruppen mit der Nadelrichtung parallel den drei Seiten eines und desselben Dreiecks. Von Gruppe zu Gruppe wechseln diese Richtungen. Dieses Aussehen ist kennzeichnend für den vorliegenden Zustand des Stahles. Es scheint, daß bei etwas schräger Beleuchtung diese in verschiedener Weise das Licht zurückwerfenden Gruppen der Grund zu der in Fig 18, Taf. II sichtbaren Körnung sind. Die relative Ritzhärte betrug knapp etwa 1,9.

Aus dem Vergleich des Gefüges des obigen Stahles in den verschiedenen Zuständen der Härtung a bis e ergiebt sich folgende Zusammenfassung. Es gilt diese aber, wie besonders betont werden muß, nur für den besonderen vorliegenden Stahl mit 0,55 % Kohlenstoff, nicht auch gleichzeitig für Stähle mit davon merklich abweichendem Kohlenstoffgehalt, und ferner muß sie, wenigstens zum Theil, auch auf die gewählte Form und die gewählten Abmessungen des Probestückes beschränkt bleiben.

Troostitbildung trat in allen Fällen ein; in besonders reichlichem Maße in der Mittelzone der bei 750 und 800 C° abgeschreckten Proben. Die Menge des Troostits nimmt mit der Höhe der Abschreckhitze allmählich ab.

Ferritausscheidung, oder wenigstens Ausscheidung eines ferritartigen Körpers, hat stattgefunden in der bei 750 C° abgeschreckten Probe a. In der Mitte des bei 800 C° abgeschreckten Probestückes b ist das Auftreten von Spuren dieses ferritähnlichen Körpers nachgewiesen worden. Bei höher liegenden Abschreckhitzen war dieser ferritartige Gefügebestandtheil nicht mehr vorhanden. Es traten dann nur noch Martensit und Troostit auf.

Zonenbildung ist vorhanden in den bei 750 und 800 C° abgeschreckten Plättchen a und b. Bei höheren Abschreck-Hitzen ist von Zonenbildung keine Andeutung mehr sichtbar. Die Trennung in verschieden gefärbte Zonen ist veranlaßt durch ein stärkeres Hervortreten des Troostits in den bei der Abschreckung weniger schroff abgekühlten Theilen der Probe.

Unterschiede in der Ritzhärte an verschiedenen Stellen einer und derselben Probe gehen mit der Zonenbildung Hand in Hand, und sind daher in den Proben a und b festgestellt. Der größere Unterschied in der Ritzhärte zwischen Mitte und Rand wurde in Probe a gefunden, wo die Ritzhärte der Mitte (1,5) zwischen derjenigen des ungeglühten Stahles 1 und der des Randes im gehärteten Zustande a 2,0 liegt.

Die Ritzhärte wird durch Erhöhung der Abschreck-Hitze bis 1100 C° nicht über das Höchstmaß von etwa 1,9 bis 2 gesteigert. Es ist dies insofern wichtig, als daraus hervorgeht, daß Abschrecken des vorliegenden Stahles bei den angewendeten Abmessungen und Formen der Probestücke oberhalb 850 C° keine Erhöhung der Ritzhärte bewirkt, wohl aber mit Annäherung der Abschreck-Hitze an 1100 C° die Gefahr der Härterißbildung gesteigert wird.

Handelt es sich nun, um auf die eingangs gestellte Frage 7 zurückzukommen, darum, festzustellen, bei welchem Hitzegrade zum Beispiel ein Plättchen des obigen Stahles von den angegebenen Formen und Abmessungen gehärtet ist, so wird man sein Gefüge in Bezug auf Zonenbildung, Auftreten von Ferrit, Menge des Troostits, Art der Martensitnadeln mit dem Gefüge der obigen 5 Musterproben a bis e vergleichen und feststellen, zwischen welche von zwei dieser Musterproben sein Gefüge nahezu paßt. Die bekannten Abschreckungs-Hitzen

dieser letzteren geben dann die ungefähren Grenzzahlen für den Hitzegrad, bei welchem die Härtung des zu prüfenden Plättchens erfolgte.

Die Abmessungen und die Form der zur Prüfung gelangenden Stahlprobe dürfen natürlich nicht wesentlich von denen der Vergleichsmusterproben abweichen, besonders dann nicht, wenn die Zonenbildung als entscheidendes Kennzeichen mit herangezogen wird.

Liegen Werkzeuge vor, in denen nachträglich zur Schlichtung eines Meinungsgegensatzes über die Güte des Stahles die ungefähren Hitzegrade ermittelt werden sollen, bei welchen ihre Härtung vorgenommen wurde, so wird man am sichersten aus derselben Werkzeugstahlstange, aus welcher das Werkzeug hergestellt wurde[1]), Werkzeuge gleicher Form und Abmessung anfertigen und bei verschiedenen stufenweise steigenden Hitzegraden härten. Diese Probewerkzeuge dienen dann als Vergleichsmuster für die Prüfung der eingelieferten Werkzeuge nach obigem Grundsatz.

Da von Werkzeugen vielfach nur ein Theil gehärtet wird, genügt es auch die Vergleichswerkzeuge nur so lang zu machen, als dem gehärteten Theile ungefähr entspricht, wodurch an Untersuchungsmaterial gespart wird, was angesichts der geringen Menge des meist eingesandten oder noch vorhandenen Vergleichsmaterials nicht unwichtig ist.

Zieht man ferner in Betracht, daß für die Güte beispielsweise eines schneidenden Werkzeuges vor allen Dingen die Beschaffenheit des Materials in der Nähe der Schneidkante in Betracht kommt, so kann man die Vergleichsuntersuchung zur Beantwortung der Frage 7 besonders dann, wenn die Schneide dünn ist, einfacher gestalten. Die Abschreckung der dünnen Schneide ist eine besonders schroffe, und nähert sich dem ungefähren Höchstbetrag der Schroffheit in der Abschreckung, welche in der Oberfläche kleiner quadratischer Stahlplättchen von geringer Dicke vorliegt. Es können somit von dem gleichen Stahl, aus welchem die zu prüfenden Werkzeuge hergestellt sind, solche Plättchen abgeschnitten und bei verschiedenen Hitzegraden abgeschreckt werden. Ihr Gefüge auf der abgeschreckten Oberfläche kann dann mit dem Gefüge des zu prüfenden Werkzeugs in unmittelbarster Nähe der Schneide verglichen werden, und die Feststellung der ungefähren Abschreckhitze kann auf Grund dieses Vergleichs erfolgen. Dadurch wird die Beantwortung der Frage 7 mit dem geringsten Aufwand an Arbeit und an Versuchsmaterial möglich. Freilich muß hierbei den immerhin noch auftretenden kleinen Unterschieden in Folge der Verschiedenheit der Form und Abmessung zwischen Musterproben und der Schneide Rechnung getragen werden. Liegt zur Beantwortung von Frage 7 nur das Werkzeug selbst vor, und ist von dem ursprünglichen Werkzeugstahl, welcher zur Anfertigung des Werkzeugs diente, nichts mehr vorhanden, so kann man nach der Feststellung, daß das Material des Werkzeuges an allen Stellen das gleiche ist (also nach Beantwortung der Fragen 1 bis 3) in folgender Weise verfahren. Von dem von der Schneide weggelegenen Ende des Werkzeugs wird ein Stück abgetrennt oder abgeschlagen und unter möglichster Vermeidung von Oxydation rasch ausgeglüht. Darauf werden quer zur Längsrichtung dünne Scheiben (etwa 4 mm) abgeschnitten und bei stufenweise erhöhten Hitzegraden abgeschreckt. Das auf einer der Flachseiten ermittelte Gefüge dient dann zum Vergleich mit dem Gefüge der Schneide des Werkzeuges. Um letzteres beobachten zu können, sucht man an der Schneide ein Bruchstück mit nahezu senkrecht zur Schneide verlaufendem Bruch herzustellen,

[1]) Von der Uebereinstimmung zwischen angeblich zur Verwendung gelangtem und mit eingesandtem Werkzeugstahl und dem Material des Werkzeuges hat man sich zuvor natürlich durch chemische und mikroskopische Analyse jederzeit zu überzeugen.

welches aber einen Theil der Schneide mit enthalten muß. Die Bruchfläche schleift man dann auf einer Schmirgelscheibe unter reichlicher Wasserkühlung eben und polirt sie in der üblichen Weise.

Die Frage 5, ob der Stahl bei der Verarbeitung zum Werkzeug verbrannt wurde, läßt sich ebenfalls auf mikroskopischem Wege und zwar sehr scharf entscheiden. Es soll hierauf aus dem Grunde nicht näher eingegangen werden, weil ja in den meisten Fällen hierzu eine Beobachtung des Bruchaussehens genügend ist. Dagegen bieten in den zur Frage 7 gehörigen Fällen, namentlich dann, wenn es gilt, zu ermitteln, ob der Stahl nur mehr oder weniger überhitzt, also noch nicht verbrannt gehärtet wurde, die mikroskopischen Verfahren viel sicherere und handgreiflichere Merkmale, als das bloße Bruchkorn.

Alle oben gemachten Angaben gelten nur für den Fall, daß der gehärtete Stahl nicht angelassen wurde, was leider nicht in den meisten Fällen zutreffen wird. Durch das Anlassen werden die Kennzeichen, welche das Abschrecken bei verschiedenen Hitzegraden im Stahl hinterläßt, bis zu einem gewissen Grade verwischt, wie in Folgendem gezeigt werden soll. Das zur Beobachtung herangezogene Material ist das gleiche wie oben. Die Plättchen a bis e wurden nach Beobachtung des Kleingefüges im gehärteten Zustande und nach Feststellung der Ritzhärte sämmtlich auf einer Eisenplatte bis zum Eintritt der kornblumenblauen Anlaßfarbe erwärmt. Die Schlifffläche lag in allen Fällen hierbei nach oben gekehrt. Sie wurde alsdann wieder nachpolirt und von neuem mit einer einprocentigen Lösung von Salzsäure in Alkohol geätzt.

Probe a', bei 750 C° abgeschreckt, dann bis Kornblumenblau angelassen.

Die in der nicht angelassenen Probe a beobachtbare Zonenbildung ist vollkommen verschwunden. Von dem früheren Gefüge sind nur die ferritartigen Inseln von weißer Farbe erhalten geblieben. Martensit sowohl wie Troostit sind in eine gelblichbraune, in den Lichtbildern fleckig grau erscheinende, undeutlich aufgebaute Masse mit Andeutung von Streifung parallel zu zwei sich schneidenden Geraden verwandelt, welche Aehnlichkeit mit dem von Osmond Sorbit genannten Gefügebestandtheil zeigt. Das Gefüge ist in Fig. 21. Taf. II in 365facher Vergrößerung abgebildet. Die Figur gilt sowohl für Theile des Schliffes am Rande, wie auch für die in der Mitte.

Probe b', bei 800 C° abgeschreckt, dann bis Kornblumenblau angelassen.

Auch hier ist eine Trennung in Zonen auf dem Schliff für das unbewaffnete Auge nicht erkennbar. Das Gefüge besteht fast ausschließlich aus dem oben beschriebenen sorbitähnlichen Gefügebestandtheil mit den gleichen Kennzeichen wie bei a'. In der Mitte des Schliffes treten nach dem Anlassen die Spuren des weißen ferritähnlichen Körpers deutlicher hervor, als im nicht angelassenen Schliff. Fig. 22, Taf. II, in 365facher Vergrößerung entspricht einer Stelle aus der Mitte des Schliffes, Fig. 23, Taf. II, in demselben Maßstab einer solchen am Rande des Plättchens.

Proben c', d', e' bei bezw. 850, 960 und 1100 C° abgeschreckt, dann bis Kornblumenblau angelassen.

Das Gefüge dieser Schliffe zeigt untereinander keine Unterschiede mehr; es besteht durchweg aus dem bereits beschriebenen sorbitähnlichen Gefügetheil, der gelbbraune Farbe mit

unregelmäßigen dunkleren Stellen aufweist. Fig. 24, Taf. II giebt in 365facher Vergrößerung eine Stelle aus dem Schliff d'.

Faßt man das an den angelassenen Schliffen Beobachtete zusammen, so ergiebt sich:

Die zwischen Hitzegraden von mehr als 800—1100 C° gehärteten und darauf angelassenen Schliffe zeigen untereinander keine Gefügeunterschiede. Bei einer Abschrecktemperatur unterhalb 800° tritt auch nach dem Anlassen ein ferritähnlicher Körper auf. Von 1100° ab treten bei Verwendung der Versuchsplättchen mit den oben näher angegebenen Abmessungen Härterisse auf.

Die Frage 6, ob ein gehärteter Stahl angelassen ist oder nicht, läßt sich, wie der Vergleich der Figuren 21—24, Taf. II mit den entsprechenden Figuren 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 17, 20 lehrt, ohne besondere Schwierigkeit beantworten.

Es möge noch darauf hingewiesen werden, daß die Mikroskopie vor der Hand wohl das einzige zuverlässige Mittel zur Beantwortung von Frage 6 bietet. Auf chemischem Wege durch Ermittelung des Verhältnisses zwischen Karbid- und Härtungskohle kann wohl ein gewisser Anhalt gewonnen werden, der aber bei weitem nicht so sichere Entscheidung gestattet, wie das mikroskopische Verfahren, und ganz erheblich mehr Zeit und Arbeitsaufwand erheischt. Das Verhältniß zwischen Karbid- und Härtungskohle kann möglicher Weise auch durch die Zonenbildung in Folge des Auftretens von Troostit auf denselben Betrag gebracht werden, wie in einem bei anderem Hitzegrade abgeschreckten Stahle nach darauffolgendem Anlassen bis zu einer bestimmten Farbe. Dies Verhältniß kann also allein nicht zur Entscheidung der Frage 6 verwendet werden.

Daß die Möglichkeit, auf diese Frage Auskunft geben zu können, durchaus von praktischer Bedeutung ist, versteht sich von selbst. Die Versuchsanstalt hatte erst kürzlich Gelegenheit, in einem Falle nach dieser Richtung hin Aufklärung zu geben. In einem Werkzeug, welches zum Abtrennen weicher Metalldrähte benutzt werden sollte, brachen grobe Stücke von der Schneide her beim Gebrauch ab. Es zeigte sich, daß der Stahl nur gehärtet, aber nicht angelassen war. Das Material, an dessen Härte viel geringere Ansprüche gestellt wurden, als an eine gewisse Zähigkeit, konnte den Anforderungen lediglich wegen falscher Behandlung nicht genügen.

Zum Schluß sollen noch einige Angaben über die Art der Ritzhärtebestimmung gemacht werden, welche in den oben näher bezeichneten Fällen zur Verwendung kam. Zur Anwendung gelangte der Härteprüfer in der Bauart von A. Martens[1]). Auf jedem der polirten und mit 1 procentiger alkoholischer Salzsäure geätzten Schliffe wurden in der Mitte und am Rande mit den drei Belastungen 10, 15 und 20 g mit der Diamantspitze Risse hergestellt. Das Ausmessen der Ritzbreite geschah in einfacher Weise mit Hülfe des mikrophotographischen Apparates der Anstalt. Der Schliff wurde auf dem Mikroskoptisch befestigt und mittels des Mikroskopes das Bild der Ritze auf eine Mattscheibe geworfen. Mit Hülfe eines gewöhnlichen in Millimeter getheilten Papiermaßstabes wurde die Breite des Ritzes im Bild an den verschiedensten Stellen gemessen, und daraus für jede Belastungsstufe das arithmetische Mittel berechnet. Diese Durchschnittswerthe in mm sind nach Division mittels der bei der Projektion ange-

---

[1]) Mittheilungen der Königl. Versuchsanstalten 1890, S. 215. A. Martens. Untersuchung dreier Härteprüfer (System Martens).

wandten Vergrößerung in der beigefügten Tabelle in den senkrechten Spalten 4 bis 6 und in Schaubild Textfigur 3 als Ordinaten eingetragen. Die Aetzung der Fläche vor dem Ritzen hatte den Vortheil, daß der Zusammenhang der Schwankungen in der Ritzbreite mit dem Kleingefüge erkannt werden konnte. So waren im geglühten Stahle die Ritze im Perlit regelmäßig schmäler als im Ferrit. Es kann natürlich nicht ausbleiben, daß auch im Ferrit zeitweise eine plötzliche Verschmälerung des Ritzes statthat. Es erklärt sich dies damit, daß

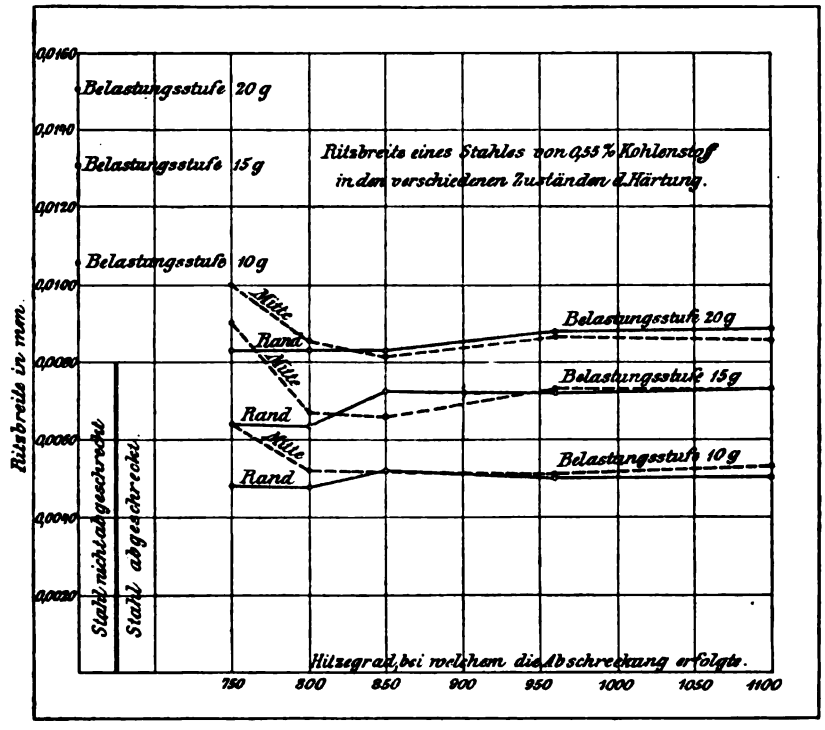


Fig. 8.

möglicherweise an diesen Stellen unterhalb der geschliffenen Fläche Perlitinseln liegen, die soweit an die Oberfläche herantreten, daß sie von der Diamantspitze noch getroffen werden. Trat Trooſtit im Schliff auf, so war die Ritzbreite stets schwankender, als wenn derselbe mehr zurücktrat. Die hierauf bezüglichen Bemerkungen sind in der Tabelle in der senkrechten Spalte 8 verzeichnet. Die Härte des geglühten Stahles wurde gleich 1 gesetzt. Sodann wurde der reciproke Werth des Verhältnisses der Ritzbreite des Stahles in irgend einem Zustande der Härtung zur Ritzbreite im geglühten Zustand für die 3 Laststufen festgestellt, und das arithmetische Mittel aus diesen drei Zahlen als Maß für die Ritzhärte angenommen[1]). Diese

[1]) Dieses Maß hat nur einen bedingten Werth, weil das Verhältniß der Ritzbreiten in den verschiedenen Belastungsstufen verschieden ist. Das angewendete, dem Durchschnitt aus diesen 3 Verhältnissen entsprechende Maß darf daher zum Vergleich mit anderen Stählen, die bei anderen Laststufen geritzt werden, nicht herangezogen werden. Es dient hier nur als ungefährer Vergleichsmesser für die Zustandsänderung innerhalb des gleichen Stahles und innerhalb der gleichen Belastungsstufen.

Zahlen sind in der Tabelle in der senkrechten Spalte 7 eingetragen. Textfigur 4 giebt diese Werthe als Ordinaten zu den zugehörigen Abschrecktemperaturen als Abscissen. Textfigur 3 hat die gleichen Abscissen; als Ordinaten zu diesen sind die gemessenen Ritzbreiten in mm

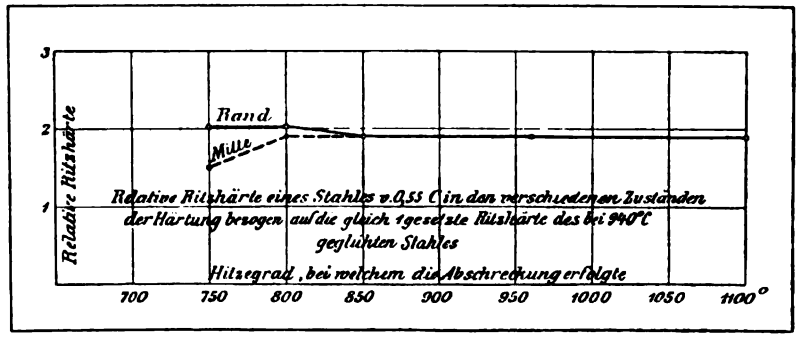


Fig. 4.

für die einzelnen Laststufen eingezeichnet. In beiden Textfiguren beziehen sich die ausgezogenen Linien auf die Ritzhärte, bezw. Ritzbreite in der Nähe des Randes der Probe, die punktirten Linien auf dieselben Größen für die Mitte des Schliffes.

Tabelle. **Bestimmung der Ritzhärte des Stahles in verschiedenen Zuständen der Behandlung.**

Probenbezeichnung	Behandlung der Probe	Lage der Ritze im Schliff	Durchschnittliche Ritzbreite in mm bei einer Laststufe von			Durchschnittliche relative Härte	Bemerkung
			10 g	15 g	20 g		
1	2	3	4	5	6	7	8
o	Bei 940 C° ausgeglüht	Rand	0,0106	0,0131	0,0151	Gesetzt = 1	Ritzbreite im Perlit etwas geringer als im Ferrit.
		Mitte					
a	Bei 750 C° in Wasser von 16½ C° abgeschreckt	Rand	0,0048	0,0064	0,0083	2,0	Ritzbreite gleichmäßig.
		Mitte	0,0064	0,0090	0,0100	1,5	Ritzbreite sehr ungleichmäßig.
b	Bei 800 C° in Wasser von 17½ C° abgeschreckt	Rand	0,0048	0,0063	0,0083	2,0	Ritzbreite gleichmäßig.
		Mitte	0,0052	0,0067	0,0085	1,9	Ritzbreite ungleichmäßig.
c	Bei 850 C° in Wasser von 16 C° abgeschreckt	Rand	0,0052	0,0073	0,0083	1,9	Ritzbreite gleichmäßig.
		Mitte	—	0,0065	0,0082	1,9	
d	Bei 960 C° in Wasser von 16½ C° abgeschreckt	Rand	0,0050	0,0072	0,0088	1,9	Ritzbreite gleichmäßig.
		Mitte	0,0051	0,0073	0,0087	1,9	
e	Bei 1100 C° in Wasser von 12 C° abgeschreckt	Rand	0,0050	0,0073	0,0089	1,9	Ritzbreite gleichmäßig.
		Mitte	0,0053	0,0073	0,0085	1,9	

4. Traß und Traßmörtel.

Von H. Burchartz, ständigem Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

Einer der wichtigsten Mörtelbildner ist der Traß, ein aus dem Traß-(Tuff-)stein durch Zerkleinern gewonnenes Baumaterial, dessen Bedeutung für die Mörteltechnik namentlich in neuerer Zeit durch die Arbeiten von Dr. Michaelis[1]) und Feret[2]) in das rechte Licht gesetzt wurde. Auf den Inhalt dieser Arbeiten darf verwiesen werden.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Trasses an sich sind durch die wissenschaftlichen Forschungen[3]) im wesentlichen bekannt; weniger unterrichtet ist man jedoch über die Eigenschaften des Trasses als Mörtelbildner, d. h. über dessen Einfluß auf die Erhärtungsenergie der aus ihm in Verbindung mit Kalk und Sand hergestellten Mörtel. Bei der Prüfung von Traß hat man daher stets zu unterscheiden zwischen der Untersuchung des Trasses als Urstoff und derjenigen des Trasses als Mörtelstoff, d. h. des Traßmörtels.

Maßgebende Vorschriften für die Prüfung von Traß giebt es in Deutschland bis jetzt weder nach der einen, noch der anderen Richtung. Nach den „Beschlüssen der internationalen Konferenzen zu München, Dresden, Berlin und Wien" und auch nach den Mittheilungen verschiedener Forscher (Wolfram,[4]) Herfeldt,[5]) van der Kloes[6]) u. A.). sollen für die Güte des Trasses der Glühverlust (Gehalt an Hydratwasser) und die Anfangserhärtung entscheidend sein.

Der Glühverlust dient als Unterscheidungsmerkmal des echten guten Trasses gegenüber den mit geringwerthigen Materialien (wilder Traß, Bergtraß, Bimsstein, Sand u. A.) verfälschten Traßsorten.

Inzwischen ist durch Gary[7]) an der Hand eines umfangreichen Versuchsmaterials nachgewiesen worden, daß das in den genannten „Beschlüssen" und von anderer Seite vorgeschlagene Verfahren für die Prüfung des Trasses auf Glühverlust (Glühen des bei 100 bis 110 C° getrockneten Traßpulvers) zu einem richtigen Ergebniß nicht führt, weil schon bei einer niedrigeren Wärme als 100 C° das chemisch-gebundene (Hydrat-) Wasser entweicht. Auf Grund der Garyschen Versuche ist ein Verfahren für die Bestimmung des Gehaltes an hygroskopischem und Hydratwasser mit den Traßproducenten vereinbart worden, dessen Wortlaut aus den „Mittheilungen" Jahrgang 1896, Heft 4, S. 207 ersichtlich ist.

Versuche, welche bezweckten, die Beziehungen zwischen dem Gehalt von Hydratwasser im Traß einerseits und der Nadelprobe, sowie der Mörtelfestigkeit andererseits festzulegen,

---

[1]) „Ueber das Verhalten hydraulischer Bindemittel zum Meerwasser." „Zeitschrift des Vereins für Gewerbefleiß." Jahrg. 1896.

[2]) Feret: „Etudes sur la Constitution intime des Mortiers hydrauliques." — „Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale." Jahrgang 1898 und „Thonindustrie-Zeitung" 1898, S. 561, 586, 600 u. 618.

[3]) Feichtinger: „Die chemische Technologie der Mörtelmaterialien." S. 81.

[4]) Wolffram: „Mittheilungen über Tuffstein, Traß und einige andere Baumaterialien der vulkanischen Eifel" 1885. Selbstverlag des Verfassers.

[5]) Herfeldt: „Mittheilungen über Traßmörtel."

[6]) van der Kloes: „Onze Bouwmaterialien." S. 311, 352 u. ff.

[7]) „Mittheilungen aus den Kgl. techn. Versuchsanstalten." Jahrg. 1896. Heft 4.

sind in der „Proefstation vor Bouwmaterialien“ von Bienfait & Baucke[1]) ausgeführt worden. Aus den Ergebnissen dieser Versuche ließ sich keine Beziehung zwischen dem Gehalt des Trasses an Hydratwasser zur Anfangserhärtung herleiten; dagegen entsprach ein gewisser Gehalt an Hydratwasser (von 7,5 % an) den von den Niederländischen Bestimmungen für Traßprüfung geforderten Mindestfestigkeiten des Normenmörtels. (Nach diesen Vorschriften soll die Zug- bezw. Druckfestigkeit eines Mörtels aus 2 Gew.-Thl. Traß + 1 Gew.-Thl. Kalkhydratpulver + 3 Gew.-Thl. Normalsand + 0,90 bis 0,95 Gew.-Thl. Wasser nach 1 Tag Luft- und 13 Tagen Wasser-Erhärtung 8 bezw. 40 kg/qcm und nach 28 Tagen Wasser-Erhärtung 12 bezw. 60 kg/qcm betragen).

Seit Jahren arbeitet eine Kommission (VI) des Deutschen Verbandes an der Festlegung eines Verfahrens für die Prüfung von Puzzolanen (Traß). Auf Grund der gemeinsamen Arbeiten sind kürzlich endgültige Vorschläge dem Verbande[2]) vorgelegt worden, welche sich bezüglich der Bestimmung des Glühverlustes eng an Garys Vorschläge anlehnen und hoffentlich bald internationale Anerkennung finden.

Prüfungen von Traß und Traßmörtel sind in der Abtheilung für Baumaterialprüfung in zum Theil umfangreicher Form, so namentlich in den letzten Jahren zum Zwecke der Beurtheilung der Traßmörtel für Thalsperrenbauten, ausgeführt worden. Da bis jetzt noch keine Gelegenheit genommen worden ist, die bei diesen Prüfungen gewonnenen Ergebnisse im Zusammenhange zu veröffentlichen und sie nebst den zur Ermittelung der Materialeigenschaften benutzten Verfahren weiteren Kreisen zugänglich zu machen, seien diese Verfahren und im Anschlusse daran die Ergebnisse der in den letzten fünf Betriebsjahren ausgeführten Traß- und Traßmörtel-Untersuchungen mitgetheilt. Für die Bereitwilligkeit, mit welcher die Antragsteller ihre Genehmigung zur Veröffentlichung der Versuchsergebnisse ertheilt haben, sei ihnen an dieser Stelle verbindlichster Dank ausgesprochen.

Die Trasse werden im allgemeinen geprüft auf:

1. Raumgewicht, specifisches Gewicht und Mahlungsfeinheit,
2. Gehalt an hygroskopischem und Hydratwasser (Glühverlust),
3. Anfangserhärtung mittelst der Vicatschen Nadel,
4. Zug- und Druckfestigkeit der Traßkalkmörtel,
5. Verhalten der auf Festigkeit geprüften Mörtel, welche in kellengerechter Beschaffenheit auf Glasplatten und Dachziegeln kuchenförmig ausgebreitet werden, bei der Erhärtung unter Wasser (Raumbeständigkeit),
6. Wasserdichtigkeit.

Zu 1. Das Raum(Liter-)gewicht des Trasses wird für den eingelaufenen und eingerüttelten Zustand ermittelt, und zwar wie in der bei der Cementprüfung üblichen Weise mittelst des bekannten aus Holland eingeführten Einlaufapparates bezw. durch Rütteln von Hand in einem starkwandigen Litergefäß.

Das specifische Gewicht wird im Anlieferungszustande und im getrockneten Zustande (Trocknen bei 98 C° bis zur Gewichtsgleichheit) mittelst des Erdmenger-Mannschen Volumeters bestimmt.

---

[1]) „Baumaterialienkunde.“ Heft 13. Jahrg. 1898, S. 206 u. ff.

[2]) Vergl. Protokoll der Sitzung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfung der Technik zu Rüdesheim. 29. August 1900.

Die Siebversuche werden auf Sieben mit 5000, 2500, 900, 600, 324 u. 120 Maschen für 1 qcm vorgenommen.

Zu 2. Der Gehalt an hygroskopischem und Hydratwasser wird entsprechend dem mit den Traßindustriellen vereinbarten Verfahren[1]) bestimmt.

Zu 3. Die Prüfung auf Anfangserhärtung wird nach den „Beschlüssen der internationalen Konferenzen" mittelst der Vicatschen Nadel vorgenommen. Ihre Ausführungsweise wird als bekannt vorausgesetzt. In Fällen, wo zu dieser Prüfung kein Kalkpulver zur Verfügung steht, sondern Kalkteig genommen werden muß, wird der Traß mit dem Kalkteig im Verhältniß 2 : 1 nach Gewichtstheilen gemischt und der Wassergehalt des Gemisches so bemessen, daß dieses die Steife von Glaserkitt erhält.

In einzelnen Fällen wurde zu dieser Nadelprobe der gleiche Mörtel benutzt, wie er zu den Festigkeitsprüfungen verwendet wurde, jedoch unter Weglassung des Sandantheils, da der Sand das Versuchsergebniß unkontrolirbar beeinflußt.

Ueber den Werth dieser Probe sind die Meinungen getheilt.

Da die Erhärtungsenergie natürlich von der Art und Beschaffenheit des verwendeten Kalkes abhängig ist, so können die Trasse nur dann miteinander verglichen werden, wenn stets das gleiche d. h. aus demselben Kalk hergestellte Kalkhydratpulver benutzt wird. Anderenfalls kann diese Probe nur zur Beurtheilung des jeweilig geprüften Trasses oder falls mehrere Mörtel aus *demselben* Traß untersucht werden, nur zum Vergleich der *Mörtel* hinsichtlich ihrer Anfangserhärtung unter sich dienen.

Zu 4. *Festigkeitsprüfung* (Normalmörtel). Die Prüfungsart, welche anerkanntermaßen den besten Maßstab für die Beurtheilung der Güte von Traß, im besondern des Traßmörtels liefert, bleibt immer der Festigkeitsversuch. Die „Konferenzbeschlüsse" schlagen als Normalmörtel für diese Prüfung die Mischung aus 2 Gew.-Thl. Traß + 1 Gew.-Thl. Kalkhydratpulver + 3 Gew.-Thl. Normalsand + 1 Gew.-Thl. Wasser vor.

Mangel an Normen und Normenfestigkeiten.

Dagegen mangelt es vollständig an einem Vorschlage oder einer Vorschrift über die Mindestfestigkeit für eine bestimmte Erhärtungsart und -Dauer dieses Normal-Mörtels, mithin an einem Maßstabe für die Werthschätzung der Festigkeitszahlen. Nur auf diesen Umstand kann die Thatsache zurückgeführt werden, daß bei den in der Versuchsanstalt angestellten Untersuchungen von Traß seitens der Antragsteller zur Feststellung der Festigkeitseigenschaften in keinem Falle die Anwendung des Normalmörtels verlangt wurde. Die Festigkeitsversuche erstreckten sich vielmehr ausschließlich auf andere und zwar hauptsächlich auf die Traßmörtelmischungen, deren Verwendung bei dem jeweiligen Bau beabsichtigt wurde.

Schwierigkeiten der Festlegung einer Normalfestigkeit.

Die Schwierigkeiten, die sich der Festlegung einer Mindestfestigkeit für den vorgeschlagenen Normalmörtel entgegenstellen, liegen auf der Hand. Sie sind im wesentlichen dadurch bedingt, daß in die Mischung außer dem einheitlichen Normalsand noch ein zweiter Zusatzstoff, der sich stets gleich bleiben soll, das Kalkhydrat, eingeführt ist, durch welchen die Erhärtungsenergie und Festigkeit des Mörtels in ebenso hohem Grade beeinflußt wird, wie durch den Traß selbst. Die Beschaffenheit und Güte und damit die Wirksamkeit des durch

[1]) Vergl. „Mittheilungen." Jahrgang 1896, Heft 4.

Ablöschen des gebrannten Stücklalkes zu Teig oder Pulver gewonnenen Kalkhydrates ist abhängig von der Reinheit des Kalkes (die Beschlüsse schreiben reinsten Luftkalk — Marmorkalk — vor), Art und Frische des Brandes, Art des Ablöschens, Dauer des Lagerns des abgelöschten Kalkhydrates und dessen Feinheit. Da das Bindemittel des Mörtels erst durch die innige Verbindung des Trasses mit dem Kalkhydrat entsteht, ist Art und Energie des Mischens dieser beiden Mörtelbestandtheile und dieses Gemisches mit dem Sande von wesentlicher Bedeutung für die zu erlangende Festigkeit, und zwar in weit höherem Grade, als dies bei der Herstellung des Cementmörtels der Fall ist. Dazu kommt noch der Einfluß des Wasserzusatzes, der Schlagarbeit bei der Anfertigung der Probekörper, der Wärmeverhältnisse u. s. w.

Mischverfahren.

In der Abtheilung für Baumaterialprüfung wurde bis zur Einführung des Steinbrück-Schmelzerschen Mischapparates bei der Herstellung der Proben für die Festigkeitsversuche in folgender Weise verfahren:

Bei Anwendung von Kalkteig.

Nach Abwiegen der erforderlichen Gewichts- oder Raumtheile Traß, Kalkteig[1]) und Sand wurde der Teig zunächst mit Wasser zu Kalkmilch verdünnt, dem Traß zugesetzt, mit diesem gemischt und diesem Gemisch der Antheil Sand zugesetzt. Durch die Verdünnung des Kalkteigs wurde eine gute Vertheilung des Kalkes und eine gleichmäßige innige Mischung erzielt. Um dem für das Einschlagen in die Formen zu feuchten Mörtelbrei die für diesen Zweck geeignete (Normal-) Steife (erdfeucht) zu geben, wurde er auf mit Fließpapier belegte Gipsplatten ausgebreitet und solange auf diesen belassen, bis er den richtigen Feuchtigkeitsgrad erreicht hatte. Hierauf wurde der Mörtel sorgfältig von den Gipsplatten entfernt und nochmals mit der Kelle (5 Minuten lang) durchgearbeitet.

Bei Anwendung von Kalkpulver.

Traß, Kalkpulver und Sand wurden in dem vorgeschriebenen Mischungsverhältniß gemischt und diesem trockenen Gemisch soviel Wasser zugesetzt, daß ein erdfeuchter Mörtel entstand. Nach 5 Minuten langem Durcharbeiten wurde der Mörtel eingeschlagen.

Seit Einführung des Steinbrück-Schmelzerschen Mischapparates ist das Verfahren zur Bereitung der Mörtel wie folgt geändert worden:

Bei Anwendung von Kalkteig.

Traß und Kalkteig werden in den vorgeschriebenen Antheilen in einer Schüssel vorgemischt, dann in den Steinbrück-Schmelzerschen Mischapparat gebracht und in diesem solange gemischt, bis eine gleichmäßig aussehende Masse entstanden ist. (Hierzu genügen meist 20 Schüsselumdrehungen.) Ist der zu verwendende Sand Normalsand oder ein gleichmäßiger feinkörniger Sand, so wird die vorgeschriebene Menge dieses Sandes der Masse im Mischapparat allmählich zugesetzt und der entstehende Mörtel bis zur Erzielung genügender Gleichmäßigkeit im Mischer bearbeitet (etwa 20 Schüsselumdrehungen). Enthält dagegen der zuzusetzende Sand gröbere Theile oder ist er überhaupt grobkörnig, so kann die Mischung im

[1]) Der Wassergehalt des Kalkteigs schwankt gewöhnlich zwischen 50 und 55 %. Ist er höher, so wird ihm ein Theil des Wassers durch Absaugen entzogen und zwar soweit, daß der Wassergehalt innerhalb dieser Grenzen liegt.

Apparat nicht vorgenommen werden[1]); es wird dann vielmehr das fertige Gemisch aus Traß und Kalkteig aus dem Mischer entfernt, auf eine steinerne Platte ausgebreitet und nach erfolgtem Zusatz des Sandes mit einer mit Messing beschlagenen Holzwalze von 10 cm Durchmesser solange bearbeitet, bis der Mörtel ein gleichmäßiges Aussehen hat. Je nach Bedarf wird der Mörtelmasse entweder Wasser zugesetzt oder ihr solches durch Absaugen auf Gipsplatten entzogen[2]).

Bei Anwendung von Kalkpulver.

Traß und Kalkpulver werden in einer Schüssel trocken 1 Minute lang vorgemischt und dann im Mörtelmischer unter Anwendung von 20 Schüsselumdrehungen fertig gemischt. Das trockene Gemenge wird in eine Schüssel gebracht und ihm der Sand darin zugemischt. Hat der Sand normale Korngröße oder ist er gleichmäßig fein, so wird das ganze Gemenge wieder in den Mischer gebracht, ihm während der ersten Schüsselumdrehung die erforderliche, durch Vorversuche bestimmte Wassermenge zugesetzt und der Mörtel bis zur Erlangung einer gleichmäßigen Beschaffenheit gemischt (insgesammt 20 Schüsselumdrehungen). Enthält der Sand gröbere Stücke oder ist er grobkörnig, so wird das trockene Gemisch aus Traß, Kalkpulver und Sand auf eine steinerne Platte geschüttet und nach Zusatz des nöthigen Wassers mit der Holzwalze gemischt.

Einschlagen der Proben.

Behufs Herstellung der Probekörper werden abgewogene Mengen des Mörtels in die Formen gefüllt und mit dem Böhmeschen Hammerapparat unter Anwendung von 150 Schlägen eingeschlagen, während früher die Proben mittelst eiserner Spatel von Hand eingeschlagen wurden.

Lagerung der Proben.

Die Zugprobekörper werden etwa $^1/_2$ Stunde, die Druckprobekörper etwa 20 Stunden nach erfolgter Fertigstellung entformt; sie erhärten je nach Wunsch der Antragsteller entweder an der Luft oder — was meistens der Fall ist — einen oder mehrere Tage an der Luft (gegen Ausdunstung geschützt) und die übrige Zeit unter Wasser.

Ist die Dauer der der Wasserlagerung vorangehenden Luftlagerung nicht vorgeschrieben, so wird zunächst durch Vorversuche festgestellt, wann die Körper unter Wasser gesetzt werden können, da bei zu frühem Einlegen die Probekörper rissig werden und zerfallen.

Bemerkt mag hierbei werden, daß die Festigkeit nur an der Luft erhärteter Körper nur anfangs nennenswerth fortschreitet und zwar nur solange, als das in ihnen enthaltene Wasser die chemische Verbindung der verbindungsfähigen Kieselsäure im Traß mit dem Kalkhydrat gestattet. Später nimmt die Festigkeit solcher Mörtel nicht wesentlich mehr zu, da die Feuchtigkeit der Luft nicht genügt, um den chemischen Proceß der Kalksilikatbildung zu beeinflussen. Die weitere Festigkeitszunahme ist hauptsächlich nur eine Folge der allmählichen Umsetzung des im Mörtel enthaltenen Kalkhydrates in kohlensauren Kalk.

---

[1]) Bei grobkörnigem Sande rollt die Mischwalze über die groben Körner, ohne ein Mischen und Kneten der feinen Theile, namentlich des Gemenges aus Traß und Kalk, bewirken zu können.

[2]) Der Wassergehalt des Mörtels wird durch Abdampfen bestimmt.

Mörtel für Festigkeitsversuche.

Bei Festigkeitsprüfungen von Traß ist man in den letzten Jahren vielfach auf die von Prof. Intze zu Aachen vorgeschlagene und eingeführte Mörtelmischung zurückgekommen, die sich nach dessen Angaben gut bewährt haben soll und folgende Zusammensetzung hat: $1^1/_2$ Raumthl. Traß + 1 Raumthl. Kalkteig + $1^3/_4$ Raumthl. Sand.

Dieses Mischungsverhältniß kann natürlich nicht für alle Fälle maßgebend sein; es wird sich vielmehr je nach der chemischen Zusammensetzung des Trasses und Kalkes, sowie nach der Beschaffenheit (Gehalt an Hohlräumen) des Sandes ändern müssen.

Erhärtungsdauer.

Entsprechend der verhältnißmäßig langsamen Erhärtung der Traßkalkmörtel wird die Festigkeit meist für längere Erhärtungsdauer festgestellt, als z. B. bei Mörteln aus Portland-Cement üblich ist. Im allgemeinen erstrecken sich die Festigkeitsversuche auf 28 und 90 Tage alte Probekörper. Intze läßt die Festigkeit gewöhnlich für 6, 12 und 18 Wochen alte Proben bestimmen. In Anbetracht der geringen Festigkeitszunahme innerhalb kurzer Zeiträume scheinen diese Prüfungstermine zu nahe aneinander zu liegen. Zweckmäßiger dürfte die Prüfung nach 1, 3 und 6 Monaten oder 4, 12 und 24 Wochen sein, die 4-Wochenprobe namentlich deshalb, weil sie einen Vergleich der Traßmörtel mit gleichaltrigen Cementmörteln gestattet.

Mischungsverhältniß (Mörtelzusammensetzung).

Die Mörtelzusammensetzung, d. h. das Mischungsverhältniß der einzelnen Mörtelbestandtheile zu einander, wird je nach der Art der zur Verfügung stehenden Materialien und je nach dem Zwecke, dem die Mörtel dienen sollen, verschieden gewählt und entweder in Raum- oder Gewichtstheilen ausgedrückt. In der Praxis werden die Bestandtheile meist gemessen und das Mischungsverhältniß dementsprechend in Raumtheilen ausgedrückt. Bei der Prüfung muß diesem Umstande und der Thatsache, daß die Raumtheile, d. h. die Werthe für das Raum(Liter-)gewicht der Stoffe je nach der Art des Messens (Einlaufen, Einsieben, Einschaufeln, Einrütteln u. s. w.) sehr wechseln, Rechnung getragen werden.

In Fällen, wo die Mörtel nach Raumtheilen gemischt werden sollen, wird in der Versuchsanstalt als Einheitsgewicht für pulverförmige bezw. körnige Stoffe das arithmetische Mittel aus den Gewichten des lose eingelaufenen und fest eingerüttelten Liters und für teigförmige Stoffe das Gewicht des eingefüllten Liters zu Grunde gelegt. Die auf diese Weise ermittelten Werthe entsprechen annähernd den beim Messen in der Praxis gewonnenen Einheitsgewichten.

Handelt es sich z. B. um die Mörtelmischung:

$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl + 1 Raumthl. Kalkteig + $1^3/_4$ Raumthl. Sand

und sind die Litergewichte im

	eingelaufenen bezw. eingerüttelten Zustande	
für Traßmehl	0,920 kg	1,420 kg
„ Sand	1,600 „	1,900 „
	im eingefüllten Zustande	
„ Kalkteig	1,300 kg,	

so werden an Stelle eines Liters verarbeitet:

$$\text{für Traßmehl } \frac{0{,}920 + 1{,}420}{2} = 1{,}170 \text{ kg}$$

$$\text{„ Sand } \frac{1{,}600 + 1{,}900}{2} = 1{,}750 \text{ „}$$

„ Kalkteig . . . . . = 1,300 „

Man erhält hiernach für obige Mischung nach Raumtheilen folgende Mischung nach Gewichtstheilen:

$1\frac{1}{2} \cdot 1{,}170 = 1{,}755$ kg Traßmehl
$1 \cdot 1{,}300 = 1{,}300$ „ Kalkteig
$1\frac{3}{4} \cdot 1{,}750 = 3{,}065$ „ Sand.

Wärmeverhältnisse.

Bei der Herstellung der Probekörper für die Festigkeitsversuche, sowie bei der späteren Lagerung unter Wasser muß auf die Wärmeverhältnisse besondere Rücksicht genommen werden, da die Wärme das Verhalten der Mörtel und deren Erhärtungsenergie in hohem Grade beeinflußt. In der Versuchsanstalt wird darauf gehalten, daß die Wärme der Luft, das Anmache- und Aufbewahrungswasser höchstens zwischen 15 und 18 C° schwankt.

Es kann angesichts der vielen und verwickelten Bedingungen und Umstände, die die Erhärtung der Traßmörtel beeinflussen können, kaum verwundern, daß man in Interessentenkreisen noch nicht zur Festlegung einheitlicher Vorschriften für die Festigkeitsprüfung von Traß gelangt ist. Mehr noch als beim Portland-Cement spielt beim Traßmörtel der Grad der Verarbeitung beim Mischen der Mörtelbestandtheile, namentlich des Trasses mit dem Kalk, eine Rolle, da der Traß kein selbstständiges Bindemittel wie der Portland-Cement ist, sondern dies erst durch die möglichst innige Vermischung der beiden genannten Stoffe wird. Hierzu kommt noch die Schwierigkeit der Gewinnung eines reinen Kalkhydrates und die anderen oben bereits angedeuteten Punkte, die besonderer Beachtung gerade bei diesen Prüfungen bedürfen.

Zu 5. Die Beobachtung des Verhaltens der Mörtelkuchen bei Wasserlagerung soll über die Raumbeständigkeit der Mörtel Aufschluß geben. Die auf Glasplatten und Dachziegeln ausgebreiteten Kuchen werden aus denselben Mörteln, wie sie zu den Festigkeitsversuchen benutzt werden, hergestellt, jedoch mit höherem Wasserzusatz und zwar in mauer-(kellen-)gerechter Beschaffenheit. Die auf Dachziegeln ausgebreiteten Kuchen beanspruchen etwas mehr Wasser als diejenigen auf Glasplatten, auch wenn die Dachziegel, wie dies in der Versuchsanstalt stets geschieht, vorher gut angefeuchtet werden. Die Proben erhärten ebenfalls wie die Festigkeitsprobekörper einige Zeit an der Luft (in einem mit feuchtem Filz bedeckten Zinkkasten) und dann unter Wasser. Es ist besonders darauf zu achten, daß die Luft in dem Behälter, in welchem die Kuchen während der Luftlagerung aufbewahrt werden, genügend feucht bleibt, da sonst die Kuchen leicht schwindrissig werden.

Aufschwemmung und Rissigwerden der Kuchen in Folge Treibens während der Wasserlagerung ist leicht erkennbar.

Etwa eintretendes Treiben ist nach Ansicht von Michaelis auf nicht genügendes Ablöschen des Kalkes zurückzuführen. Eine andere Ursache hierfür dürfte auch wohl nicht zu finden sein.

Van der Kloes[1]) will zwar bei einigen vergleichenden Versuchen mit verschiedenen Mörteln aus echtem und wildem Traß Treiben bei Verwendung von wildem Traß beobachtet haben und diesem die Treibwirkung zuschreiben. Ergebnisse späterer von ihm ausgeführten Versuche haben jedoch die Frage der Treiberscheinung unaufgeklärt gelassen.

Nach den Konferenzbeschlüssen wird als Raumbeständigkeitsprobe für Puzzolane (Traß) die Kochprobe vorgeschlagen. Die Art und Weise ihrer Ausführung ist jedoch für diesen Stoff nicht genau festgelegt.

Zahlenmäßig wird die Raumveränderung in der Versuchsanstalt durch die Messung der Längenänderung prismatischer Probekörper von 10 cm Länge und 5 qcm Querschnitt mittelst des Bauschingerschen Tasterapparates ermittelt.

Zu 6. Die Versuche zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit bezw. Dichtigkeit von Traßmörteln werden an kreisförmigen Proben von 7,1 cm Durchmesser und 2,3 cm Dicke vorgenommen, die aus erdfeuchtem Mörtel, wie er zur Herstellung der Festigkeitsproben benutzt wird, in Metallformen mittelst eiserner Spatel von Hand eingeschlagen werden. Ist der zur Mörtelbereitung verwendete Sand sehr grobkörnig, so werden Kuchen von größerer Dicke (3 cm) geformt. Die Probekörper werden nach der vorgeschriebenen Erhärtungsdauer einem Wasserdrucke von 2—$2^1/_2$ Atmosphären ausgesetzt und ihr Verhalten unter diesem Drucke 3 Tage lang oder wenn gewünscht, auch länger beobachtet. Der zu diesen Versuchen benutzte Apparat ist in den „Mittheilungen aus den kgl. techn. Versuchsanstalten" Jahrgang 1894, Heft 4, S. 228 ff. beschrieben.

Weitere Eigenschaften, die außer den vorgenannten bei der Prüfung der Traßmörtel festgestellt werden, sind die Mörtelergiebigkeit, Putzfähigkeit und Frostbeständigkeit. Da die zu ihrer Bestimmung benutzten Verfahren von den bekannten bei anderen Bindemitteln zur Anwendung gelangenden nicht abweichen, dürfte sich ein näheres Eingehen auf sie erübrigen.

Abgesehen von den Trassen selbst und deren Mörtel werden auch die anderen den Mörtel bildenden Bestandtheile (Kalk und Sand) auf ihre besonderen Eigenschaften untersucht.

Ueber die Art und Weise, wie die Prüfung der Kalke in der Versuchsanstalt durchgeführt wird, ist in Heft 4 der „Mittheilungen" 1894 ausführlich berichtet. In den bei dieser Prüfung angewendeten Verfahren sind bis jetzt wesentliche Aenderungen nicht eingetreten.

Der Kalkteig wird auf Wassergehalt, Litergewicht und Gehalt an steinigen Rückständen, das Kalkpulver auf Wassergehalt, Litergewicht und Feinheitsgrad untersucht.

Die zu den Mörteln benutzten Sande oder Kiese werden geprüft auf:

1. petrographische Beschaffenheit und äußeres Ansehen,
2. Raum(Liter-)gewicht im eingelaufenen, eingefüllten (10-Litergefäß) und eingerüttelten Zustande, specifisches Gewicht, Dichtigkeits- bezw. Undichtigkeitsgrad (Gehalt an Hohlräumen im fest eingerüttelten Haufwerk),
3. Korngröße auf dem 900-, 600-, 324-, 120-, 60-, 20-, 9-, 4- u. 1-Maschensieb,
4. Gehalt an abschlämmbaren (thonigen) Bestandtheilen und eventl. chemische Zusammensetzung.

Vor der Prüfung wird der Sand getrocknet, desgl. der zur Herstellung der Mörtel benutzte, da der Sand im Anlieferungszustande ungleichmäßig feucht ist und demnach die in

[1]) „Onze Bouwmaterialien".

solchem Zustande abgewogenen Materialmengen ungleiche Antheile an Sand in Mörtel ergeben würden.

Wird seitens der Antragsteller die Verwendung von Normalsand gewünscht, so gelangt der bekannte zur Prüfung von Portland-Cement benutzte Normalsand (aus Freienwalde) zur Anwendung.

Im Anschlusse an vorstehende Schilderung der bei der Prüfung von Traß und Traßmörteln üblichen Versuchsverfahren seien nachfolgend die Ergebnisse der in den letzten fünf Betriebsjahren 1895—1900 ausgeführten Traßuntersuchungen mitgetheilt (siehe S. 212—224).

In den Spalten 3—6 der diese Ergebnisse enthaltenden Tabelle sind die gefundenen Durchschnittswerthe für die Eigenschaften der Trasse, und in den Spalten 8—11 die Eigenschaften der Traßmörtel verzeichnet. In Spalte 10 bedeuten die fettgedruckten Zahlen die mittleren Werthe der Festigkeitsergebnisse für die Traßmörtel und die darüber bezw. darunter stehenden Zahlen die Höchst- bezw. Mindestfestigkeiten der betreffenden Versuchsreihe.

Eine besondere Gruppirung der Trasse war nicht möglich, weil die geprüften Mörtelmischungen zu verschiedenartig sind.

Es ist daher nur Rücksicht darauf genommen, daß die Trasse, deren Mörtel nach dem gleichen Verfahren gemischt und eingeschlagen sind, aufeinander folgen, was durch die Bemerkungen in Spalte 12 gekennzeichnet ist. Die Uebersicht ist dadurch erleichtert, daß die Mörtel der Trasse von Nr. 15 an gleiches Mischungsverhältniß haben.

Was die Ergebnisse zunächst der Trasse als solche betrifft, so weichen sie für die verschiedenen Sorten verhältnißmäßig wenig von einander ab, wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich ist, in welcher die gefundenen höchsten und niedrigsten, sowie die Mittelwerthe aus allen Ergebnissen (die Siebrückstände nur für das 5000-, 900- und 120-Maschensieb) zusammengestellt sind.

Unberücksichtigt geblieben ist hierbei das unter Nr. 13 verzeichnete Material, welches nicht als wirklicher Traß zu betrachten ist.

1	2		3	4			5	
Werthe im	Gewicht für 1 Liter		Specifisches Gewicht im getrockneten Zustande (bei 98 C°)	Mahlfeinheit: Rückstand in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm			Gehalt an	
	eingelaufen kg	eingerüttelt kg		5000	900	120	hygroskopischem Wasser [1]) %	Hydratwasser [1]) bezogen auf das getrocknete (+ 98 C°) Material %
Minimum . . .	0,853	1,267	2,274	36,0	8,0	0,0	2,07	7,33
Mittel	0,920	1,370	2,340	42,0	18,0	1,0	2,72	7,88
Maximum . . .	1,004	1,427	2,395	51,0	32,0	10,0	4,36	8,55

Beträchtliche Unterschiede weisen naturgemäß die Festigkeitsergebnisse der Traßmörtel entsprechend der Verschiedenheit der Mischungsverhältnisse, der Erhärtungsart, sowie der

[1]) Hierbei sind nur diejenigen Ergebnisse in Betracht gezogen, die nach dem neuen vereinbarten Verfahren ermittelt wurden.

B Nr.	1 Laufende Nr.	2 Name des Antragstellers; Bezeichnung bezw. Ursprung der Materialien	3 Gewicht für 1 Liter: eingelaufen kg	3 Gewicht für 1 Liter: eingerüttelt kg	4 Specifisches Gewicht	5 Mahlfeinheit: Rückstand in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm: 5000	2500	900	600	324	240	120	60	6 Gehalt an: hygroskopischem Wasser %	Hydratwasser bezogen auf das getrocknete (+ 250°) Material %
6668	1	Extra fein gesiebter Plaidter Traß . . .	1,004	1,425	2,273 (geglüht)	88,0	80,0	16,0	8,0	6,0	3,0	0,3	0,0	—	—
			Kalkteig												
		Fettkalk in Stückform .	—	1,282										54,0	—
			Schlebuscher Sand												
		Schlebuscher Sand . .	1,604	1,820		98,0	96,0	91,0	78,0	65,0	53,0	35,0	21,0		
		Antr.: Prof. Intze zu Aachen													
6669	2	Extra fein gesiebter Plaidter Traß . . .	Wie vorhin		—									—	—
			Kalkpulver												
		Beckumer Wasserkalk in Stückform	0,501	0,784		6,0	4,0	3,0	2,0	1,0	0,3	0,0	—		
			Rheinsand												
		Rheinsand	1,417	1,655		100,0	98,0	81,0	53,0	27,0	15,0	4,0	2,0		
		Antr.: Derselbe													
6702 6704	3	Plaidter Traß	0,944	1,274	2,500 (geglüht)	40,0	32,0	23,6	15,0	10,0	5,0	0,1	0,0	—	—
			Kalkteig												
		Fettkalkteig	—	1,357										50,0	—
			Rheinsand												
		Rheinsand	1,393	1,585		96,0	94,0	61,0	22,0	7,0	3,0	0,5	0,0		
		Antr.: Derselbe													
8132 8135	4	Blauer Plaidter Traß .	0,915	1,368	—	36,0	32,0	12,0	4,0	3,0	2,0	0,0	—	—	—
			Kalkteig												
		Fettkalkteig	—	1,311											
			Rheinsand												
		Rheinsand	1,515	1,730		98,0	96,0	89,0	71,0	49,0	35,0	18,0	10,0		
		Antr.: Derselbe													
3	5	Plaidter Traß	0,903	1,347	2,400 (geglüht)	44,0	30,0	12,0	8,0	6,0	3,0	0,8	0,0	—	—
			Kalkteig												
		Fettkalk in Teigform . .	—	1,264											
			Rheinsand												
		Rheinsand	1,660	1,903		100,0	100,0	96,0	92,0	84,0	78,0	54,0	40,0		
		Antr.: Thalsperren-Genossenschaft Fülebecke im Kreise Altena i. W.													

7	8		9	10								11	12
Mörtelmischung der Festigkeitsproben (Wasseranspruch %)	Raumgewicht der		Art der Erhärtung	Festigkeit								Wasserdichtigkeit	Bemerkungen
				Zugfestigkeit				Druckfestigkeit					
				in kg/qcm nach Wochen									
	Zugproben	Druckproben		4	6	12	18	4	6	12	18		
$1^1/_2$ Raumth. Traßmehl +	Nach dem Einschlagen		3 Tage Luft, dann Wasser.		15,8	15,8	17,8		78,4	95,2	116,5	Der Mörtel war nicht wasserdicht, wurde jedoch durch Ersatz des Schlebuscher Sandes durch Rheinsand wasserundurchlässig.	Kalkteig 9 Tage gelagert. Als Einheitsgewichte für die Raumtheile wurden die Litergewichte für den eingelaufenen bezw. eingefüllten Zustand zu Grunde gelegt. Einschlagen der Probekörper von Hand.
1 „ Kalkteig +	1,916	1,907		—	**18,7**	**15,2**	**16,8**	—	**71,9**	**90,3**	**108,7**		
$1^1/_2$ „ Sand (21 %)					12,5	14,5	16,0		66,1	84,0	99,7		
			Nur an der Luft.		8,8	10,3	10,5		77,3	87,4	99,7		
				—	**8,1**	**9,3**	**9,9**	—	**70,1**	**81,1**	**89,2**		
					7,5	8,8	9,0		65,0	75,0	80,6		
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +			1 Tag Luft, dann Wasser.		18,0	**22,5**	**24,3**		114,2	141,1	170,2		Kalkpulver 10 Tage gelagert. Bemessung der Raumtheile wie unter 1. Herstellung der Proben wie unter 1.
1 „ Kalkpulver +	1,930	1,920		—	**17,4**	**21,2**	**22,8**	—	**101,7**	**133,9**	**157,5**	Wasserdicht.	
$^3/_4$ „ Rheinsand					16,8	18,5	22,0		94,1	128,8	150,1		
			Nur an der Luft.		12,5	18,0	18,8		97,4	117,6	149,0		
				—	**11,4**	**16,5**	**17,7**	—	**94,3**	**114,5**	**143,6**	Nicht wasserdicht	
					10,0	15,5	17,0		88,4	108,6	137,8		
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +			3 Tage Luft, dann Wasser.		22,0	27,0	27,5		127,7	140,0	155,7		
1 „ Kalkteig +	1,830	1,820		—	**20,5**	**24,8**	**25,9**	—	**118,7**	**132,8**	**148,1**	Wasserdicht.	
$^1/_2$ „ Rheinsand					19,5	23,5	25,0		105,3	126,6	138,9		
			Nur an der Luft.		12,0	12,0	16,5		105,3	103,0	122,1		
				—	**11,1**	**11,4**	**13,6**	—	**93,9**	**96,1**	**114,2**	Desgl.	
					10,0	10,8	12,5		84,0	89,6	97,4		
			3 Tage Luft, dann Wasser.		22,0	25,3			138,9	164,6			Bemessung der Raumtheile wie unter 1. Herstellung der Proben wie unter 1.
6 Raumthl. Traßmehl +				—	**20,7**	**23,7**	—	—	**129,7**	**155,2**	—	Wasserdicht.	
1 „ Kalkteig +	1,930	1,927			19,3	22,3			122,1	145,6			
$3^1/_2$ „ Rheinsand			Nur an der Luft.		9,0	9,5			96,3	112,0		Bei 6 Wochen leichte Tropfenbildung, bei 12 Wochen wasserdicht.	
				—	**7,4**	**8,1**	—	—	**86,1**	**98,0**	—		
					6,0	6,5			79,5	88,5			
			3 Tage Luft, dann Wasser.		21,0	29,5			142,2	179,2			
6 Raumthl. Traßmehl +				—	**20,9**	**27,2**	—	—	**131,9**	**166,9**	—	Wasserdicht.	
4 „ Kalkteig +	1,901	1,899			19,3	25,3			123,2	156,8			
4 „ Rheinsand			Nur an der Luft.		10,0	10,5			105,3	128,8		Bei 6 Wochen leichte Tropfenbildung, bei 12 Wochen wasserdicht.	
				—	**8,0**	**9,5**	—	—	**88,2**	**107,1**	—		
					6,5	8,8			78,4	96,3			
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +			2 Tage Luft, dann Wasser.		26,5	26,0	29,8		132,8		169,6		Als Einheitsgewicht für die Raumtheile wurden die Litergewichte für den eingelaufenen bezw. eingefüllten Zustand zu Grunde gelegt. Einschlagen der Probekörper von Hand.
1 „ Kalkteig +	2,070	2,079		—	**23,6**	**24,4**	**28,7**	—	**127,0**	—	**166,1**	Wasserdicht.	
$1^3/_4$ „ Rheinsand (20,5 %)					21,5	22,8	26,5		121,0		160,9		
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +					23,3	27,3	32,0		149,0		159,8		
1 „ Kalkteig +	2,046	2,052	Desgl.	—	**21,8**	**24,5**	**27,3**	—	**139,3**	—	**152,5**	Wasserdicht.	
2 „ Rheinsand (17,6 %)					20,5	22,8	24,5		127,4		145,8		
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +					24,3	28,0	30,3		119,9		144,7		
1 „ Kalkteig +	2,085	2,085	Desgl.	—	**21,8**	**24,0**	**26,8**	—	**118,1**	—	**141,3**	Wasserdicht.	
$2^1/_2$ „ [illegible]and (15,5 %)					19,5	22,0	24,3		111,2		138,2		

B Nr.	1 Laufende Nr.	2 Name des Antragstellers / Bezeichnung bezw. Ursprung der Materialien	3 Gewicht für 1 Liter eingelaufen kg	3 Gewicht für 1 Liter eingerüttelt kg	4 Specifisches Gewicht	5 Mahlfeinheit: Rückstand in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm 5000	2500	900	600	324	240	120	60	6 Gehalt an hygroskopischem Wasser %	Hydratwasser bezogen auf das getrocknete (+ bei 100° C) Material %
167	6	Traß	0,898	1,382	—	40,0	26,0	8,0	6,0	4,0	2,0	0,4	0,0	—	10,14 (Gesammtglühverlust)
			Kalkteig												
		Trierer Kalk in Stückform[1]),	—	1,405											
			Vulkansand												
		schwarzer vulkanisch. Sand[2])	1,236	1,500		—	—	88,4	78,4	67,7	52,9	19,8	3,6		
			Bimssand												
		gemahlener Bimssand	0,615	0,875		50,0	44,0	36,0	32,0	28,0	26,0	16,0	0,0		
		Antr.: Bürgermeister-Amt, Heddesdorf zu Heddesdorf, Kreis Neuwied.													
189	7	Brohler gemahlener Traß aus dem Bruche des Antragstellers	0,870	1,321	2,283 (geglüht)	44,0	30,0	16,0	14,0	8,0	6,0	0,4	0,0	2,34	11,04 (bei 100 bis 110° C ermittelt) 22,39
			Kalkpulver												
		Stückkalk[3])	0,360	0,676											
			Normalsand												
		Normalsand	1,399	1,677											
		Antr.: J. A. Flatten zu Köln a. Rh.													
244	8	Traß aus dem Bruche Kruft des Antragstellers	0,874	1,327	—	36,0	—	18,0	12,0	8,0	6,0	1,0	0,0	2,66	10,07 (Versuchsverfahren noch nicht ausgebildet)
			Kalkteig												
		Rüdersdorfer Stückkalk[4])	—	1,351											
			Normalsand												
		Normalsand	1,399	1,677											
		Antrag D. Zervas Söhne G. m. b. H. zu Köln a. Rh. Der Traß war einer Lieferung für den Bau des Kaiserdenkmals in Koblenz entnommen.													
269	9	Traß geliefert von E. Möhlenbruck zu Mülheim a. Ruhr	0,925	1,374	—	48,0	—	32,0	26,0	22,0	20,0	10,0	2,0	—	—
			Kalkpulver												
		Rüdersdorfer Stückkalk[5])	0,405	0,712		8,0	—	2,0	1,0	0,4	0,0	—	—		
			Normalsand												
		Normalsand	1,399	1,677											
		Antr.: Königl. Amtsgericht zu Mülheim a. Ruhr.													

[1]) Der Stückkalk wurde zu Kalkteig abgelöscht; die Ablöschung begann 8 Minuten nach dem Anfeuchten und war in 33 Minuten beendet.

[2]) Der Vulkansand war ein mittel- bis feinkörniges sandartiges Gemenge von scharfkantigem Quarz, zertrümmerter Lava und schwammig-porösen Bimssteinstückchen.

[3]) Der Stückkalk wurde zu Kalkpulver abgelöscht. Beginn des Löschens: nach 1 Min.; Dauer des Löschens: 7 Min.

[4]) " " " " Kalkteig " " " " " 7 " " " " 14 "

[5]) " " " " Kalkpulver " " " " " 1 " " " " 7 "

7	8		9	10								11	12
Mörtelmischung der Festigkeitsproben (Wasseranspruch %)	Raumgewicht der		Art der Erhärtung	Festigkeit								Wasserdichtigkeit	Bemerkungen
				Zugfestigkeit				Druckfestigkeit					
				in kg/qcm nach Wochen									
	Zugproben	Druckproben		4	6	12	18	4	6	12	18		
1½ Raumthl. Traßmehl +	Nach dem Einschlagen		2 Tage Luft, dann Wasser.		26,7	24,3	27,0		144,0	181,0	217,0		
1 „ Kalkteig +	1,972	1,977		—	22,1	22,5	25,1	—	137,9	168,8	192,4	Wasserdicht.	
2 „ Bulkansand (20,5%)					19,1	20,2	22,5		132,6	159,0	176,2		
1½ Raumthl. Traßmehl +					20,7	22,7	26,5		139,2	137,0	173,6		
1 „ Kalkteig +	1,958	1,963	Desgl.	—	18,8	21,1	23,5	—	121,0	128,7	160,8	Wasserdicht.	Bestimmung der Raumgewichte wie unter lfd. Nr. 5. Einschlagen der Proben von Hand.
2½ „ Bulkansand (19,0%)					17,2	19,2	21,0		107,0	115,0	149,6		
3 Raumthl. Traßmehl +					11,0		13,2		78,2		88,0	Mehr oder weniger starke; Tropfenbildung.	
1 „ Kalkteig +	1,831	1,837	Desgl.	—	8,9	—	9,8	—	67,8	—	79,5		
7 „ Bulkansand (17,6%)					7,2		7,5		58,4		66,8		
1½ Raumthl. Bimssand +			3 Tage Luft, dann Wasser.		14,7		17,6		102,4		138,2		
1 „ Kalkteig +	1,831	1,831		—	13,3	—	16,0	—	92,4	—	132,4	Wasserdicht.	
2 „ Bulkansand (23,5%)					11,5		14,5		88,0		117,4		
2 Raumthl. Traßmehl +			2 Tage Luft, dann Wasser.	16,5		23,8		96,2		142,8			Kalkpulver 9 Tage gelagert. Bestimmung der Raumtheile wie unter lfd. Nr. 5. Einschlagen der Proben von Hand.
3 „ Kalkpulver +	2,085	2,093		13,5	—	21,1	—	85,8	—	131,0	—	—	
4 „ Normalsand (12%)				11,5		18,3		81,0		121,6			
					60 Tage				60 Tage				Der Kalkteig hatte 16 Tage gelagert. Bestimmung der Raumtheile wie unter lfd. Nr. 5. Der Mörtel wurde in einen von der Antragstellerin zur Verfügung gestellten Koller gemischt. Das Einschlagen erfolgte auf dem Böhmeschen Hammerapparat unter Anwendung von 100 Schlägen.
1 Raumthl. Traßmehl +			2 Tage Luft, dann Wasser.	20,2	26,7	30,3		95,0	126,0	166,6			
⅔ „ Kalkteig +	2,028	2,028		16'6	22,6	26,7	—	86,6	122,7	158,5	—	—	
1 „ Normalsand (16,6%)				14,5	18,8	23,5		82,0	114,0	144,4			
1 Raumthl. Traßmehl +				15,2	19,7	23,0		94,0	124,0	156,0			
1 „ Kalkteig +	1,915	1,949	Desgl.	13,8	17,9	21,3	—	86,8	115,2	144,3	—	—	
1 „ Normalsand (20,9%)				12,5	16,0	18,8		80,0	100,0	135,8			
1 Raumthl. Traßmehl +				10,5	17,0	17,8		81,4	116,0	137,4			
1 „ Kalkteig +	2,070	2,082	Desgl.	9,7	14,6	17,1	—	70,8	108,9	129,2	—	—	
2 „ Normalsand (13,1%)				9,0	13,2	16,3		62,8	98,0	123,6			
				7 Tage	28 Tage			7 Tage	28 Tage				
1 Raumthl. Traßmehl +			2 Tage Luft, dann Wasser.	5,7	12,8			24,0	50,2				
1 „ Kalkpulver +	1,887	1,901		4,7	9,5	—	—	21,8	43,8	—	—	—	
1 „ Normalsand				3,9	7,6			20,0	40,2				Das Kalkpulver hatte 9 Tage gelagert. Bestimmung der Raumtheile wie unter lfd. Nr. 5. Einschlagen der Proben von Hand.

B Nr.	1 Laufende Nr.	2 Name des Antragstellers / Bezeichnung bezw. Ursprung der Materialien	3 Gewicht für 1 Liter eingelaufen kg	3 Gewicht für 1 Liter eingerüttelt kg	4 Specifisches Gewicht	5 Mahlfeinheit: Rückstand in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm: 5000	2500	900	600	324	240	120	60	6 Gehalt an: hygroskopischem Wasser %	Hydratwasser bezogen auf das getrocknete (+ 98° C) Material %
814	10	Traßmehl	0,925	1,427	2,335 (bei 98 C° getrocknet)	36,0	32,0	14,0	10,0	6,0	4,5	1,8	0,2	2,07	7,83
		Kalkteig													
		Fettkalk in Stückform[1]) .	—	1,282										57,4	—
		Rheinsand													
		Rheinsand[2])	1,711	1,966	2,642	—	—	91,6	87,0	—	74,0	56,4	45,0		
		Antr.: Wupper-Thalsperren-Genossenschaft zu Hückeswagen.													
1007	11	Traßmehl	0,853	1,275	2,295 (bei 98 C° getrocknet)	41,0	—	17,0	12,0	8,0	6,0	1,4	0,0	2,95	8,0
		Kalkteig													
		Kalkteig	—	1,341										50,4	
		Rheinsand													
		Rheinsand[3])	1,631	1,900	2,604	—	—	67,8	54,8	—	41,5	30,0	24,5		
		Antr.: Ingenieur J. Sax zu Hückeswagen.													
1195	12	Traß aus dem Nettethal von der Firma Herfeldt in Andernach . . .	0,886	1,391	2,286 (im Anlieferungszustande) 2,338 (bei 98 C° getrocknet)	42,0	—	14,0	8,0	2,0	1,0	0,0	—	2,44	8,55
		Weißkalk aus Barmen (Eifelkalk) von der Firma Schluck in Barmen in Stückform[4])	—	1,320										55,9	
		Kalkteig													
		Rheinsand von Deutzerfeld[5])	1,756	2,006	2,664	—	—	96,9	91,9	—	81,2	66,9	55,9		
		Antr.: Barmer Wasser- und Licht-Werke zu Barmen.													

Nadelprobe.

Mischung	Belastung der 300 g schweren Vicat'schen Nadel in kg für 5 mm Einsenkung nach 1 Tage	2 Tagen	3 Tagen	4 Tagen	5 Tagen	Bemerkungen
2 Gew.-Thl. Traßmehl + 1 Gew.-Thl. Kalkpulver + 1 Gew.-Thl. Wasser	Die Nadel drang ohne Belastung 5—10 mm in den Mörtel ein	1,170[6])	2,220[6])	3,513[6])	4,615[6])	Die Proben erhärteten nur unter Wasser.

[6]) Mittel aus je 5 Versuchen.

[1]) Der Stückkalk wurde zu Kalkteig abgelöscht. Beginn des Löschens nach 5 Minuten; Dauer des Löschens: 15 Minuten. 5 kg Stückkalk ergaben im Mittel 12,2 l Kalkteig mit einem Wassergehalt von 57,4 %.

[2]) Der Rheinsand hatte 25,6 % Hohlräume; sein Gehalt an abschlämmbaren Bestandtheilen betrug: 0,77 %. Sein Rückstand auf dem 20-, 9-, 4-, 1- Maschensieb betrug: 36,0 %, 29,0 %, 14,4 %, 3,6 %.

[3]) Der Rheinsand hatte 27,0 % Hohlräume; sein Gehalt an abschlämmbaren Bestandtheilen betrug: 1,31 %. Sein Rückstand auf dem 20-, 9-, 4-, 1- Maschensieb betrug: 20,8 %, 17,0 %, 7,8 %, 1,3 %.

7	8		9	10								11	12
Mörtelmischung der Festigkeitsproben (Wasseranspruch %)	Raumgewicht der		Art der Erhärtung	Festigkeit								Wasserdichtigkeit	Bemerkungen
				Zugfestigkeit				Druckfestigkeit					
	Zugproben	Druckproben		in kg/qcm nach Wochen									
				4	6	12	18	4	6	12	18		
1½ Raumthl. Traßmehl + 1 „ Kalkteig + 1¾ „ Rheinsand (11,0%)	2 Tage nach dem Einschlagen 2,012	2,000	5 Tage Luft[1], dann Wasser.	—	13,2 11,5 10,0	18,4 16,0 13,1	19,9 16,9 15,3	—	98,6 80,9 74,4	129,0 112,9 104,0	136,4 127,8 119,2	Wasserdicht.	Der Kalkteig hatte 22 Tage gelagert. Als Einheitsgewichte für die Raumgewichte wurden das arithmetische Mittel aus den Gewichten des eingelaufenen und eingerütteten Liters und bei dem Kalkteig das Gewicht des eingefüllten Liters zu Grunde gelegt. Die Festigkeitsprobekörper wurden auf dem Hammerapparat (150 Schläge), die Wasserdurchlaßproben von Hand eingeschlagen.
1½ Raumthl. Traßmehl + 1 „ Kalkteig + 1¾ „ Rheinsand (14,0%)	2 Tage nach dem Einschlagen 1,968	1,969	7 Tage Luft[1], dann Wasser.	—	13,1 11,6 10,0	20,3 18,3 16,3	24,6 20,8 18,1 nach 6 Monaten 26,4 28,2 21,2	—	78,4 78,9 69,0	112,2 107,8 99,6	140,8 131,5 118,8 nach 6 Monaten 160,0 148,4 138,0	Wasserdicht.	Bemessung der Raumgewichte wie unter lfd. Nr. 10. Einschlagen der Proben wie unter lfd. Nr. 10.
1½ Raumthl. Traßmehl + 1 „ Kalkteig + 1¾ „ Rheinsand (13,8%)	3 Tage nach dem Einschlagen 2,070	2,065	3 Tage Luft, dann Wasser.	—	24,3 21,8 19,1	26,7 24,2 23,0	27,4 23,8 20,2	—	178,8 168,6 160,0	198,4 192,5 182,8	209,2 194,6 174,0	Wasserdicht.	Bemessung der Raumtheile wie unter lfd. Nr. 10. Einschlagen der Proben wie unter lfd. Nr. 10.

[1]) Der Stückkalk wurde zu Kalkteig abgelöscht: Beginn des Löschens nach 1 Minute; Dauer des Löschens: 10 Minuten. 5 kg Stückkalk ergaben im Mittel: 16,35 l Kalkteig.

[2]) Der Rheinsand hatte 24,7 % Hohlräume; sein Gehalt an abschlämmbaren Bestandtheilen betrug: 0,20 %. Sein Rückstand auf dem 20-, 9-, 4-, 1- Maschensieb betrug: 45,3 %, 37,2 %, 20,2 %, 9,2 %.

[3]) Die Proben konnten nicht früher unter Wasser gesetzt werden.

B Nr.	1 Laufende Nr.	2 Name des Antragstellers / Bezeichnung bezw. Ursprung der Materialien	3 Gewicht für 1 Liter eingelaufen kg	3 Gewicht für 1 Liter eingerüttelt kg	4 Specifisches Gewicht	5 Mahlfeinheit: Rückstand in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm 5000	2500	900	600	324	240	120	60	6 Gehalt an hygroskopischem Wasser %	Hydratwasser bezogen auf das getrocknete (+98 C°) Material %
1245	13	Traß aus dem Basalt-Lava-Bruch bei Salz im Westerwald[1])	0,983	1,297	2,283 (im Anlieferungszustande) 2,335 (bei 98 C° getrocknet)	33,0	—	22,0	18,5	15,5	13,0	6,5	0,5	2,65	4,63
		Rüdersdorfer Stückkalk[2]) .	Kalkteig —	1,333										52,8	
		Normalsand	Normalsand 1,415	1,695											
		Antr.: Gesellschaft Westerwalder Basalt-Lava-Werke zu Berlin.													
1126	14	Fein gemahlener blauer Plaidter Traß . . .	0,949	1,420	2,373 (im Anlieferungszustande) 2,391 (bei 98 C° getrocknet)	44,0	—	18,0	13,6	9,5	6,4	1,8	0,2	2,26	7,34
		Fettkalkteig[3])	Kalkteig —	1,340										51,3	
		Gewaschener Rheinsand[4])	Rheinsand 1,764	1,982	2,653										
		Antr.: Verwaltung des städtischen Wasserwerks zu Ronsdorf.													
1013	15	Fein gemahlener Plaidter Traß	0,946	1,408	2,239 (im Anlieferungszustande) 2,273 (bei 98 C° getrocknet)	40,0	—	16,0	10,0	—	6,0	0,9	0,0	2,42	8,06
		Kalkteig	Kalkteig —	1,405										43,4	
		gewaschener Rheinsand[5]) .	Rheinsand 1,727	1,968	2,620	—	—	94,3	88,0	—	75,5	55,3	42,3		
		Antrag: Regierungsbaumeister Bachmann im Auftrage der Bauleitung der Lingese-Thalsperre zu Marienheide, Kreis Gummersbach.													

[1]) Die chemische Zusammensetzung des Traßmehls im Anlieferungszustande war:

In Salzsäure Unlösliches		87,89 %
In Salzsäure löslich	Kieselsäure	0,10 %
	Eisenoxyd und Thonerde	2,42 %
	Kalk	1,01 %
	Magnesia	0,68 %
Glühverlust		7,15 %

[2]) Der Stückkalk wurde zu Kalkteig abgelöscht; Beginn des Löschens nach 18 Minuten; Dauer des Löschens: 30 Minuten. 5 kg Stückkalk ergaben im Mittel: 14,7 l Kalkteig.

7	8		9	10								11	12
Mörtelmischung der Festigkeitsproben (Wasseranspruch %)	Raumgewicht der		Art der Erhärtung	Festigkeit								Wasserdichtigkeit	Bemerkungen
				Zugfestigkeit				Druckfestigkeit					
	Zugproben	Druckproben		in kg/qcm nach Wochen									
				4	6	12	18	4	6	12	18		
	2 Tage nach dem Einschlagen												
1 Raumthl. Traßmehl +			6 Tage Luft *),	2,0		6,7		12,4		32,4			
1 „ Kalkteig +	1,983	1,989	dann	1,6	—	5,5	—	12,1	—	29,3	—	—	
2 „ Normalsand			Wasser.	1,4		4,8		11,8		25,8			
2 Raumthl. Traßmehl +				2,2		8,8		20,6		41,6			Bemessung der Raumtheile wie unter lfd. Nr. 10. Einschlagen der Proben wie unter lfd. Nr. 10.
1 „ Kalkteig +	2,041	2,025	Desgl.	1,8	—	7,5	—	18,5	—	40,8	—	—	
3 „ Normalsand				1,4		6,7		16,4		38,0			
	3 Tage nach dem Einschlagen												
1½ Raumthl. Traßmehl +			3 Tage Luft, dann Wasser.		17,3	23,2	26,0		98,6	134,0	154,8		
1 „ Kalkteig +	2,041	2,042		—	14,3	20,3	22,7	—	90,7	122,6	148,6	Wasserdicht.	
1¾ „ Rheinsand					12,4	17,6	20,8		82,8	110,4	141,6		
	3 Tage nach dem Einschlagen												Bemessung der Raumtheile wie unter lfd. Nr. 10. Einschlagen der Proben wie unter lfd. Nr. 10.
1½ Raumthl. Traßmehl +			3 Tage Luft, dann Wasser.		21,2	25,4	29,6		123,6	155,2	182,0		
1 „ Kalkteig +	2,070	2,028		—	19,0	22,3	24,9	—	110,3	142,9	172,1	Wasserdicht.	
1¾ „ Rheinsand					15,6	19,0	22,0		98,0	128,4	162,0		
						nach 9 Monaten	nach 12 Monaten			nach 8 Monaten	nach 12 Monaten		
						30,3	29,7			187,2	216,0		
						27,0	27,3			177,7	188,9		
						23,2	24,7			166,8	182,0		

*) Die chemische Zusammensetzung des Kalkteigs war: (bezogen auf den ausgeglühten Zustand)

Kieselsäure und in Salzsäure Unlösliches	1,43 %
Eisenoxyd und Thonerde	0,66 %
Kalk (CaO)	98,02 %
Magnesia (MgO)	Spuren.

*) Der Rheinsand hatte 25,3 % Hohlräume; sein Gehalt an abschlämmbaren Bestandtheilen betrug: 0,26 %. Sein Rückstand auf dem 20-, 9-, 4-, 1- Maschensieb betrug: 38,8 %, 33,2 %, 20,1 %, 8,9 %.

*) Der Rheinsand hatte 24,9 % Hohlräume: sein Gehalt an abschlämmbaren Bestandtheilen betrug: 0,75 %. Sein Rückstand auf dem 20-, 9-, 4-, 1- Maschensieb betrug: 33,0 %, 27,3 %, 14,0 % 4,0 %.

*) Die Probekörper konnten nicht früher unter Wasser gesetzt werden.

B Nr.	1 Laufende Nr.	2 Name des Antragstellers / Bezeichnung bezw. Ursprung der Materialien	3 Gewicht für 1 Liter: eingelaufen kg	3 Gewicht für 1 Liter: eingerüttelt kg	4 Specifisches Gewicht	5 Mahlfeinheit: Rückstand in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm: 5000	2500	900	600	324	240	120	60	6 Gehalt an: hygroskopischem Wasser %	Hydratwasser bezogen auf das getrocknete Material (+ 98° C) %
1181	16	Traß	0,945	1,415	2,381 (im Anlieferungszustande u. bei 98 C° getrocknet)	43,0	—	17,0	12,0	—	6,0	1,8	0,4	2,45	7,63
		Kalk in Stückform[1]	Kalkteig —	1,280											
		Cement[2]	Cement 1,139	1,775	—	20,0	—	1,6	0,4	0,2	0,2	0,0	—		
		Rheinsand[3]	Rheinsand 1,725	1,987	2,659										
		Normalsand	Normalsand 1,400	1,684											
		Antrag: Regierungsbaumeister Bachmann im Auftrage der Bauleitung der Lingese-Thalsperre zu Marienheide, Kreis Gummersbach.													

Ergebnisse der Prüfung auf Längenänderung.

Mörtelmischung Raumtheile	Längenänderung in mm, bezogen auf die Länge der 2 Tage alten Probekörper[1] nach: 6 Wochen	12 Wochen	18 Wochen	9 Monaten	1 Jahr	Bemerkungen
1/2 Traßmehl + 1 Cement + 1 Normalsand	— 0,043	— 0,057	— 0,060	— 0,073	— 0,076	Die Proben erhärteten im feuchten Raume an der Luft.
1/2 Traßmehl + 1 Cement + 1 Rheinsand	— 0,040	— 0,064	— 0,064	— 0,073	— 0,079	

[1]) Prismen von 10 cm Länge und 5 qcm Querschnitt. Das — Zeichen bedeutet Längenabnahme (Schwinden).

B Nr.	1 Laufende Nr.	2 Name des Antragstellers / Bezeichnung bezw. Ursprung der Materialien	3 Gewicht für 1 Liter: eingelaufen kg	3 Gewicht für 1 Liter: eingerüttelt kg	4 Specifisches Gewicht	5 Mahlfeinheit: Rückstand in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm: 5000	2500	900	600	324	240	120	60	6 Gehalt an: hygroskopischem Wasser %	Hydratwasser bezogen auf das getrocknete Material (+ 98° C) %
1181	17	Traß	0,950	1,387	2,337 (im Anlieferungszustande) 2,381 (bei 98 C° getrocknet)	51,0	—	26,0	20,0	15,0	12,0	4,0	0,3	3,18	7,33
		Kalkteig	Kalkteig —	1,384										50,4	
		Sand[4]	Sand 1,647	1,939	2,589	—	—	93,8	89,1	—	71,1	55,9	41,2		
		Antrag: Regierungsbaumeister Bachmann im Auftrage der Bauleitung der Lingese-Thalsperre zu Marienheide, Kreis Gummersbach.													

[1]) Der Stückkalk wurde zu Kalkteig abgelöscht: Beginn des Löschens nach 3 Minuten; Dauer des Löschens: 12 Minuten. 5 kg Stückkalk ergaben im Mittel: 14,3 l Kalkteig.
[2]) Der Cement band in 11 Stunden ab bei einem Erhärtungsanfang von 6 1/2 Stunden.
[3]) Der Rheinsand hatte 25,2 % Hohlräume.
[4]) Der Sand hatte 25,1 % Hohlräume; sein Gehalt an abschlämmbaren Bestandtheilen betrug: 0,97 %. Sein Rückstand auf dem 30-, 9-, 4 1/2-, 1- Maschensieb betrug: 29,3 %, 21,0 %, 5,9 %, 0,6 %.

7	8		9	10								11	12
Mörtelmischung der Festigkeitsproben (Wasseranspruch %)	Raumgewicht der		Art der Erhärtung	Festigkeit								Wasserdichtigkeit	Bemerkungen
				Zugfestigkeit				Druckfestigkeit					
	Zugproben	Druckproben		in kg/qcm nach Wochen									
				4	6	12	18	4	6	12	18		
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl + 1 „ Kalkteig + $1^3/_4$ „ Rheinsand	2 Tage nach dem Einschlagen 2,085	2,062	2 Tage Luft, dann Wasser.	—	17,0 15,8 15,2	—	—	—	132,0 117,6 108,0	—	—	Wasserdicht.	
			Nur an der Luft.	—	—	8,5 6,9 5,2 nach 37 Wochen	6,7 6,2 5,6 nach 38 Wochen	—	—	103,2 70,6 52,4 nach 37 Wochen	88,0 72,0 54,0 nach 38 Wochen		
			21 Wochen Luft, dann Wasser.	—	—	6,5 5,9 5,4	8,4 6,5 5,3	—	—	96,0 77,0 58,8	101,0 75,8 62,0		Bemessung der Raumtheile wie unter lfd. Nr. 10. Einschlagen der Proben wie unter lfd. Nr. 10.
			27 Wochen Luft, die letzten 6 bezw. 12 Wochen täglich 15 Minuten lang unter Wasser gesetzt.	—	—	7,4 6,2 5,3	7,5 6,9 6,0	—	—	85,2 77,0 64,0	116,0 108,6 92,4		
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl + 1 „ Kalkteig + $1^3/_4$ „ Sand (15,6%)	3 Tage nach dem Einschlagen 1,968	1,994	3 Tage Luft, dann Wasser.	—	9,7 8,1 6,2	15,1 13,7 12,8 nach 9 Monaten	18,6 17,5 16,4 nach 1 Jahr	—	65,0 63,2 58,2	119,2 114,8 110,0 nach 9 Monaten	136,0 133,1 129,6 nach 1 Jahr	—	
						26,4 21,4 17,2	27,2 23,8 21,2			159,2 155,4 150,4	182,4 178,3 176,4		Bemessung der Raumtheile wie unter lfd. Nr. 10. Traß und Kalkteig wurden im Mischapparat (Steinbrück-Schmelzer) gemischt. Die gemischte Masse wurde mit dem Sande mittelst einer Holzwalze auf dem Tische verarbeitet. Einschlagen der Probekörper auf dem Hammerapparat (150 Schläge).
			An feuchter Luft, vom dritten Tage an täglich 15 Min. unter Wasser gesetzt.	—	10,8 9,4 7,6	14,3 13,5 12,6 nach 9 Monaten	15,6 14,2 13,2 nach 1 Jahr	—	68,0 63,4 59,0	102,0 97,6 92,0 nach 9 Monaten	112,4 107,1 100,8 nach 1 Jahr		
						20,1 18,1 14,2	25,9 22,8 20,0			132,8 124,4 116,0	153,0 141,6 135,0		

B Nr.	1 Laufende Nr.	2 Name des Antragstellers / Bezeichnung bezw. Ursprung der Materialien	3 Gewicht für 1 Liter eingelaufen kg	3 Gewicht für 1 Liter eingerüttelt kg	4 Specifisches Gewicht	5 Mahlfeinheit: Rückstand in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm 5000	2500	900	600	324	240	120	60	6 Gehalt an: hygroskopischem Wasser %	Hydratwasser bezogen auf das getrocknete (+ 96 C°) Material %
1181	18	Traß	0,928	1,267	2,288 (im Anlieferungszustande) 2,342 (bei 96 C° getrocknet)	38,0	—	18,0	14,0	10,0	7,0	1,5	0,1	4,36	7,84
			Kalkteig												
		Kalk in Stückform[1]	—	1,359										47,3	
			Rheinsand												
		Rheinsand[2]	1,592	1,833	2,657										
			Cement												
		Cement[3]	1,278	1,945	—	26,0	—	1,6	0,8	0,4	0,2	0,0	—		
			Normalsand												
		Normalsand	1,415	1,692											
		Antr.: Regierungsbaumeist. Bachmann im Auftrage der Bauleitung der Lingese-Thalsperre zu Marienheide, Kreis Gummersbach.													

[1]) Der Stückkalk wurde zu Kalkteig abgelöscht; Beginn des Löschens nach 10 Minuten; Dauer des Löschens: 23 Minuten. 5 kg Stückkalk ergaben im Mittel: 12,3 l Kalkteig.

[2]) Der Sand hatte 28,0 % Hohlräume. Sein Rückstand auf dem 20-, 9-, 4-, 1- Maschensieb betrug: 17,1 %, 14,1 %, 8,8 %, 5,2 %.

[3]) Der Cement band in 7 Stunden ab bei einem Erhärtungsanfang von 4 Stunden. Nach 28 Tagen Wassererhärtung betrug die Normenmörtel: { Zugfestigkeit: 15,8 kg/qcm; Druckfestigkeit: 140,7 „

B Nr.	1 Laufende Nr.	2 Name des Antragstellers / Bezeichnung bezw. Ursprung der Materialien	3 Gewicht für 1 Liter eingelaufen kg	3 Gewicht für 1 Liter eingerüttelt kg	4 Specifisches Gewicht	5 Mahlfeinheit: Rückstand in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm 5000	2500	900	600	324	240	120	60	6 Gehalt an: hygroskopischem Wasser %	Hydratwasser bezogen auf das getrocknete (+ 96 C°) Material %
1696	19	Traß von Herfeldt	0,917	1,418	2,336 (im Anlieferungszustande) 2,353 (bei 98 C° getrocknet)	45,0	—	14,0	8,0	3,0	0,8	0,0	—	2,45	8,36
			Kalkpulver (Söt. hydr. Kalk)												
		gemahlener Sötenicher hydraulischer Kalk (Pulver)	0,622	1,004	2,564 (bei 98 C° getrocknet)	12,0	—	0,0	—	—	—	—	—	—	18,34 (Glühverlust)
			Kalkpulver (Söt. Fettkalk)												
		gemahlener Sötenicher Fettkalk (Pulver)	0,612	0,928	2,353 (bei 98 C° getrocknet)	10,0	—	2,4	1,3	0,8	0,4	0,0	—	—	20,86 (Glühverlust)
			Kalkteig (Mech. Fettkalk)												
		Mechernicher Fettkalk in Stückform[1]	—	1,335	—									54,7	—
			Kalkteig (Walheimer Fettkalk)												
		Walheimer Fettkalk in Stückform[2]	—	1,299	—									56,9	—
			Pochsand												
		Mechernicher Pochsand[3]	1,563	1,837	2,679	—	—	78,5	—	56,0	—	13,5	1,0	—	—
			Haldensand												
		Mechernicher Haldensand[4]	1,528	1,811	2,651	—	—	73,5	—	39,0	—	1,0	0,0	—	—
			Gemisch aus 75 % Mech. Pochsand + 25 % Mech. Poch-Kies[4]												
		Pochkies von Mechernich	1,672	1,917	2,646	—	—	89,0	—	73,5	—	39,5	27,5	—	—
		Antr.: Ruhrthalsperren-Gesellschaft, G. m. b. H. zu Gemünd.													

[1]) Der Stückkalk wurde zu Kalkteig abgelöscht; Beginn des Löschens nach 12 Minuten; Dauer des Löschens: 36 Minuten. 5 kg Stückkalk ergaben im Mittel: 10,6 l Kalkteig.

[2]) Der Stückkalk wurde zu Kalkteig abgelöscht; Beginn des Löschens nach 9 Minuten; Dauer des Löschens: 15 Minuten. 5 kg Stückkalk ergaben im Mittel: 15,2 l Kalkteig mit 65 % Wasser. Für die Mischung wurde ihm ein Theil des Wassers durch Absaugen entzogen.

[3]) Der Pochsand hatte 31,4 % Hohlräume; sein Gehalt an abschlämmbaren Bestandtheilen betrug: 0,15 %.

7	8		9	10								11	12
Mörtelmischung der Festigkeitsproben (Wasseranspruch %)	Raumgewicht der		Art der Erhärtung	Festigkeit								Wasserdichtigkeit	Bemerkungen
				Zugfestigkeit				Druckfestigkeit					
	Zugproben	Druckproben		in kg/qcm nach Wochen									
				4	6	12	18	4	6	12	18		
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +	2 Tage nach dem Einschlagen		3 Tage Luft, dann Wasser.		11,9	13,7	17,5		67,6	102,4	121,6		
1 „ Kalkteig +	1,895	1,879		—	9,6	12,7	16,2	—	64,9	95,4	118,6	—	
$1^3/_4$ „ Rheinsand (14,3%)					8,4	12,2	14,8		63,0	88,0	112,0		
						nach 9 Mon.	nach 1 Jahr			nach 9 Mon.	nach 1 Jahr		
						23,0	24,2			172,0	176,0		
			An feuchter Luft, vom dritten Tage an täglich 15 Minuten unter Wasser gesetzt.			21,9	22,8			165,6	171,2		
						20,7	21,6			158,4	158,0		
					9,9	13,7	20,6		65,6	89,2	98,0		
				—	9,0	12,3	15,6	—	62,6	83,1	94,9	—	
					7,7	10,7	13,2		59,6	76,0	93,2		
						nach 9 Mon.	nach 1 Jahr			nach 9 Mon.	nach 1 Jahr		
1 Raumthl. Cement +						17,8	18,4			128,0	134,0		
$^1/_3$ „ Traßmehl +						12,9	13,8			121,8	120,8		
1 „ Normalsand						9,8	11,2			118,0	112,0		
1 Raumthl. Cement +													
$^1/_3$ „ Traßmehl +													
2 „ Rheinsand [1])													
1 Raumthl. Cement +													
$^1/_3$ „ Traßmehl +													
3 „ Rheinsand [1])													
1 Raumthl. Cement +													
2 „ Rheinsand [1])													

Auf Verputzfähigkeit geprüft, ergaben diese Mörtel, auf Ziegelsteinpfeilern aufgebracht, gute glatte Putzflächen. Die Mörtel mit Rheinsand ließen sich etwas schwerer verputzen als diejenigen mit Normalsand.

Die Putzflächen, welche allen Witterungseinflüssen ausgesetzt im Freien erhärteten, erhielten sich unverändert.

[1]) Für die Putzversuche wurde der Rheinsand auf dem 20-Maschensieb abgesiebt.

$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +	1 Tag nach dem Einschlagen		1 Tag Luft, dann Wasser.		28,7	32,8			113,2	148,0			
1 „ Söten. Wasserkalk +	2,026	1,989		—	26,9	29,2	—	—	102,8	138,6	—	Wasserdicht.	
$1^3/_4$ „ Mech. Pochs. (16,0%)					24,4	24,4			95,6	126,0			
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +			3 Tage Luft [2]), dann Wasser.		26,1	29,7			154,4	190,8			Bemessung der Raumtheile wie unter lfd. Nr. 10. Traß und Kalk wurden im Mischapparat gemischt und nach Zusatz des erforderlichen Wassers mit dem Sand ebenfalls im Mischer gemischt (jedesmal 20 Schüsselumdrehungen). Die Festigkeitsproben wurden auf dem Hammerapparat (150 Schläge), die Wasserdurchlaßproben von Hand eingeschlagen.
1 „ Sötenicher Fettkalk +	1,997	2,008		—	24,0	28,0	—	—	138,6	180,4	—	Wasserdicht.	
$1^3/_4$ „ Mech. Pochs. (16,0%)					22,3	25,3			136,0	168,0			
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +			1 Tag Luft, dann Wasser.		28,2	36,6			161,6	192,0			
1 „ Mech. Fettkalkteig +	2,085	2,056		—	26,2	33,0	—	—	148,2	180,0	—	Wasserdicht.	
$1^3/_4$ „ Mech. Pochs. (15,3%)					24,5	30,7			136,0	160,4			
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +					28,9	32,6			157,6	192,0			
1 „ Walheimer Kalkteig +	2,055	2,059	Desgl.	—	25,5 [3])	29,0 [3])	—	—	148,5	185,0	—	Wasserdicht.	
$1^3/_4$ „ Mech. Pochs. (15,1%)					21,6	22,4			142,8	174,8			
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +					30,6	33,2			160,0	188,8			
1 „ Walheimer Kalkteig +	2,114	2,054	Desgl.	—	28,1	29,9	—	—	151,6	185,8	—	Wasserdicht.	
$1^3/_4$ „ Mech. Haldens. (18,3%)					26,2	27,5			144,4	180,0			
$1^1/_2$ Raumthl. Traßmehl +													
1 „ Walheimer Kalkteig +					26,4	30,5			145,6	182,0			
$1^3/_4$ „ Sand-Kiesgemisch	2,128	2,082	Desgl.	—	24,3	27,2	—	—	139,0	167,0	—	Wasserdicht.	
(75% Mech. Pochsand + 25% Mech. Pochkies) (12,2%)					22,3	24,6			130,0	142,0			
$1^1/_4$ Raumthl. Traßmehl +			3 Tage Luft [4]), dann Wasser.		21,9	30,4			145,0	190,0			
1 „ Walheimer Kalkteig +	2,085	2,085		—	19,1	25,6	—	—	135,9	185,5	—	Wasserdicht.	
$1^3/_4$ „ Mech. Pochs. (12,0%)					16,2	21,0			125,0	178,0			

[2]) Der Haldensand hatte 31,7% Hohlräume; sein Gehalt an abschlämmbaren Bestandtheilen betrug 0,28%.
[3]) Das Gemisch „ 27,6% „ „ „ „ „ „ 0,12%.
Sein Rückstand auf dem 20-, „ 9-, „ 4-, 1- Maschensieb betrug: 26,0%, 25,0%, 4,0% 0,0%.
[4]) Bei früherem Einsetzen unter Wasser wurden die Proben rissig und zerfielen.
[5]) Einzelne Proben waren rissig geworden.

Zu Nr. 19. Ergebnisse der Prüfung auf Anfangserhärtung (Nadelprobe).

Mittelwerthe aus den Ergebnissen von je 5 Einzelversuchen.

Mörtelmischung[1]) Raumtheile	Belastung der 300 g schweren Vicatschen Nadel für 5 mm Einsenkung in kg nach 1 Tag	2 Tagen	3 Tagen	4 Tagen	5 Tagen
1 gemahlener Sötenicher Wasserkalk + 1½ Traßmehl	0,379	0,903	1,423	2,048	2,832
1 gemahlener Sötenicher Fettkalk + 1½ Traßmehl	Die Nadel drang etwa 20 mm tief in die Proben ein.	Die Nadel drang etwa 5 mm tief in die Proben ein.	0,177	0,568	0,883
1 Mechernicher Fettkalkteig + 1½ Traßmehl	Die Nadel drang etwa 27 mm tief in die Proben ein.	Die Nadel drang etwa 7 mm tief in die Proben ein.	0,364	1,094	1,662
1 Walheimer Kalkteig + 1½ Traßmehl	Die Nadel drang etwa 26 mm tief in die Proben ein.	Die Nadel drang etwa 17 mm tief in die Proben ein.	0,447	1,220	2,110
1 Walheimer Kalkteig + 1¼ Traßmehl	Die Nadel durchdrang die Proben.	Die Nadel drang etwa 7 mm tief in die Proben ein.	0,618	1,403	2,272

Materialeigenschaften der zu ihrer Herstellung verwendeten Zusatzstoffe auf. Aber auch selbst bei gleicher Zusammensetzung und Verwendung derselben Kalkart (Fettkalkteig) und derselben Sandsorte (Rheinsand) sind die Abweichungen in den Festigkeiten für die verschiedenen Trasse erheblich. Z. B. liegen die mittleren Zug- und Druckfestigkeitswerthe der Mischung 1½ Raumthl. Traß + 1 Raumthl. Fettkalkteig + 1¾ Raumthl. Rheinsand, welche für 8 Trasse geprüft wurde, für 6 und 18 Wochen Alter bei gleicher Erhärtungsart innerhalb folgender Grenzen:

	Zugfestigkeit 6 Wochen	Zugfestigkeit 18 Wochen	Druckfestigkeit 6 Wochen	Druckfestigkeit 18 Wochen	
Mindestwerth:	8,1	16,2	63,2	118,6	kg/qcm
Höchstwerth:	23,6	28,7	168,6	194,6	kg/qcm
Das Mittel aus den Durchschnittswerthen ergiebt sich auf:	14,9	21,4	97,4	149,1	kg/qcm

Im allgemeinen erreichen die Traßmörtel verhältnißmäßig hohe Zugfestigkeit, dagegen geringe Druckfestigkeiten, wie aus dem Verhältniß $\frac{\text{Zug}}{\text{Druck}}$, welches im Durchschnitt $\frac{1}{6}$ beträgt, deutlich hervorgeht (bei Portland-Cementmörteln liegt dieses Verhältniß etwa zwischen $\frac{1}{8}$ u. $\frac{1}{12}$). Bei Traß Nr. 19 geht das Verhältniß $\frac{\text{Zug}}{\text{Druck}}$ sogar auf $\frac{1}{3,8}$ herab. Die Ursache dieser Erscheinung liegt, wie Feret[2]) dies durch Versuche mit verschiedenen Materialien nachgewiesen hat, in der geringeren Eigenfestigkeit des Mörtelmaterials und zwar sowohl des Trasses wie

[1]) Die Mischungen wurden für die Nadelprobe ohne Sandzusatz verarbeitet, um die das Ergebniß unkontrolirbar beeinflussende Wirkung des Sandes auszuschließen.

[2]) „Ueber den Einfluß des Zuschlagmaterials auf die Eigenschaften des Mörtels". Baumaterialienkunde. Jahrg. 5, Heft Nr. 2 und Thonindustrie-Zeitung. Jahrg. 1900. S. 469 und 529.

des Kalkes, welche beide als mehr oder weniger grobe Körner im Mörtel enthalten sind, von deren Oberfläche aus die die Erhärtung bewirkende Verbindung ausgeht, während der Kern inert bleibt.

Ein hoher Gehalt an hygroskopischem Wasser, der allerdings durch Zufälligkeiten bewirkt sein kann, scheint die Festigkeit des Mörtels nachtheilig zu beeinflussen, wie die Beispiele Nr. 17 und 18 zeigen. Hieraus läßt sich jedoch nicht etwa der Schluß herleiten, daß Trasse mit besonders niedrigem Gehalt an hygroskopischem Wasser hohe Festigkeiten liefern. Z. B. hat Traß Nr. 10 bei nur 2,07 % hygroskopischem Wasser nach 6 Wochen nur 11,5 kg/qcm Zugfestigkeit und 80,9 kg/qcm Druckfestigkeit, also Ergebnisse, die mehr an der unteren Grenze der für die Mischung $1^1/_2$ Traß + 1 Kalkteig + $1^3/_4$ Rheinsand gefundenen Werthe liegen.

Die bekannte Thatsache, daß bei zunehmendem Kalkgehalt, d. h. sobald das Verhältniß des Kalkes zum Traß über eine gewisse Grenze hinausgeht, die Festigkeit abnimmt, ist auch durch einzelne der vorliegenden Versuche (Nr. 8 und 19) bestätigt worden.

Daß die Höhe des Sandzusatzes wie bei allen Mörteln auch bei Traßkalkmörteln eine Rolle spielt, ist selbstverständlich. (Beispiele Nr. 5, 6 und 8.) Den bei weitem größten Einfluß auf den Grad der Festigkeitszunahme übt die Art und Weise aus, wie die Mörtel erhärten. Während die unter Wasser lagernden Proben eine gewisse Festigkeit und fortschreitende Erhärtung zeigen, bleiben die an der Luft erhärteten Proben der gleichen Mischung meist erheblich hinter jenen an Festigkeit zurück und zeigen mit fortschreitendem Alter nur hinsichtlich der Druckfestigkeit eine merkliche Festigkeitszunahme. Dieses Ergebniß ist nicht überraschend, wenn man bedenkt, daß eben Traßkalkmörtel hydraulische Mörtel sind, deren Erhärtung auf der Bindung von Kieselsäure mit Kalkhydrat beruht, welcher Proceß sich im Wesentlichen nur bei Anwesenheit von Wasser vollziehen kann.

Beispiele sind die unter Nr. 1, 2, 3, 4 und 16 geprüften Trasse.

Merkwürdigerweise wird die Erhärtung an der Luft lagernder Mörtel auch dann nicht sonderlich gefördert, wenn diese später wieder unter Wasser gesetzt werden. (Traß Nr. 16.) Diese Erscheinung läßt sich nur damit erklären, daß bei der Lufterhärtung ein Theil des noch nicht an Kieselsäure gebundenen Kalkhydrates in kohlensauren Kalk übergeht und unwirksam wird.

Werden die Mörtel nur zeitweise mit Wasser befeuchtet, so nehmen sie allerdings mit der Zeit an Festigkeit zu, bleiben jedoch hinter den ständig unter Wasser lagernden Mörteln an Festigkeit zurück (Nr. 17 und 18).

Mit nur wenigen Ausnahmen sind die Traßmörtel auch auf Wasserdurchlässigkeit bezw. Dichtigkeit geprüft worden und haben fast sämmtlich diese Probe bestanden.

Der Grad der Porösität[1]) der Mörtel wird in der Hauptsache von dem Sandgehalt abhängig sein, bezw. davon, ob und wieweit die Hohlräume des Sandes mit Bindemittel gefüllt sind. Z. B. ist der Mörtel unter Nr. 1 mit Schlebuscher Sand nicht wasserdicht, während er bei Ersatz dieses Sandes durch Rheinsand wasserundurchlässig wird. Zu beachten ist allerdings hierbei, daß das Ergebniß der Wasserdichtigkeitsprobe bei den Versuchen im Laboratorium dadurch begünstigt wird, daß die hierzu benutzten Probekörper infolge Einschlagens bei Anwendung eines möglichst geringen Wasserzusatzes künstlich stark verdichtet

[1]) Martens. Betrachtungen über Cementmörtel und Beton. „Mittheilungen". 1897. Heft 2, S. 89 ff.

werden, während in der Praxis der Mörtel mit mehr Wasser angemacht und nur durch die aufliegenden Steinschichten eine Verdichtung erfährt. Nach den bisherigen Erfahrungen hat sich die Mischung $1^1/_2$ Traßmehl + 1 Kalkteig + $1^3/_4$ Rheinsand, die, wie oben bereits bemerkt, von Prof. Intze auf Grund seiner vielen praktischen Versuche eingeführt worden ist, in der Praxis als wasserdicht bewährt.

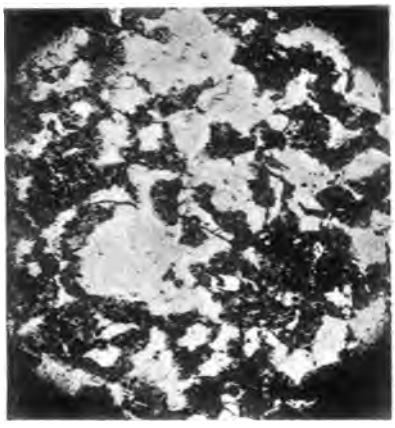
Die Prüfung auf Anfangserhärtung (Nadelprobe) ist nur vereinzelt im Zusammenhange mit den Festigkeitsversuchen beantragt und ausgeführt worden.

Nach den Ergebnissen der Traßuntersuchung unter Nr. 19 scheint die Anfangserhärtung in keiner Beziehung zur Festigkeit zu stehen. Während nämlich die Mischung mit Sötenicher Wasserkalk die größte, diejenige mit Sötenicher Fettkalk die geringste Anfangserhärtung zeigt, liefert erstere die niedrigsten, letztere verhältnißmäßige hohe Festigkeitswerthe, wenigstens, soweit die Druckfestigkeit in Betracht kommt.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

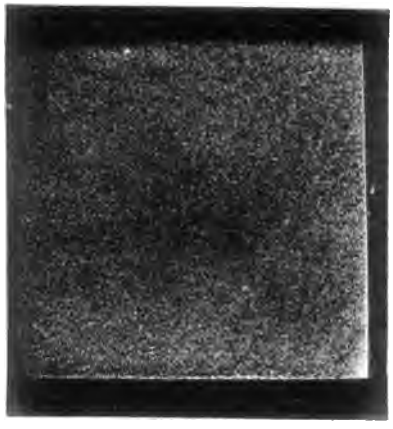
Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

(3162) 7 V 365



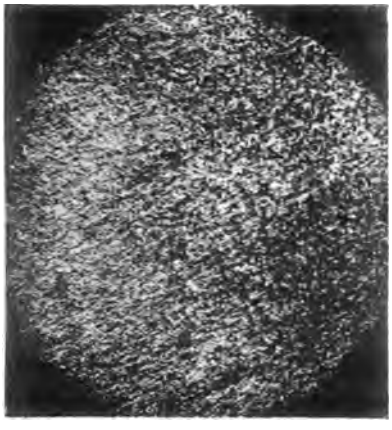
(3151) 8 V 29

(1949*) 15 V — 4,3

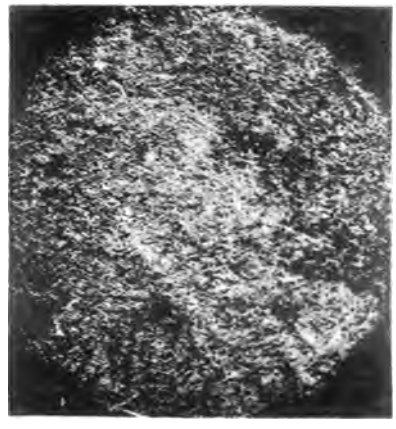


(3149) 16 V — 29

(3177) 23 V 365



(3171) 24 V — 365



THE NEW YO
PUBLIC LIBR
ASTOR, L
TILDEN F

NEW YORK PUBLIC LIBRARY ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVIII. Jahrgang. **1900.** Fünftes Heft.

1. Bekanntmachung.

Die Herren Minister der öffentlichen Arbeiten, für Handel und Gewerbe und der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten haben mittelst Erlasses vom 27. September 1900 III. 15737 M. d. ö. A. IIa. 3763 M. f. H. pp. U. I. 23482 M. d. g. A. an Stelle des aus Anlaß seiner bevorstehenden Versetzung in den Ruhestand von dem Amte entbundenen Geheimen Oberbaurath Lange, den Geheimen Baurath von Doemming; ferner, wegen der steigenden Bedeutung der Königlichen technischen Versuchsanstalten und des Anwachsens ihrer Arbeiten, insbesondere für Zwecke des Bauwesens, zur Verstärkung der zur Beaufsichtigung der genannten Anstalten eingesetzten Kommission, den Regierungs- und Baurath Eger zu Mitgliedern der unterzeichneten Kommission ernannt.

Berlin, den 17. November 1900.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.
gez. Schultz.

2. Bekanntmachung.

Die Gebührenordnung für die Königliche mechanisch-technische Versuchsanstalt zu Charlottenburg vom 30. März 1895 (Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin, Jahrgang 1895, Heft 2) wird wie folgt geändert:

Auf Seite 19, Absatz Photographien.

Die Ansätze 119 und 120 erhalten folgenden Wortlaut:

Ansatz 119.	Für die Aufnahme und das erste Bild	5—30 M.
„ 120.	Für jeden weiteren Abzug	2 „
	(Bei Entnahme von mehr als 5 Abzügen kann eine Preisermäßigung gewährt werden.)	

Ansatz 121 kommt in Wegfall.

Auf Seite 26. Preisermäßigungen.

Die Sätze

„Bei Vorausbezahlung der folgenden Summen können für alle im Laufe eines Jahres (gerechnet vom Tage des Antrages) beantragten Prüfungen Ermäßigungen gewährt werden, und zwar:

bei Vorauszahlung von 200 M.: Ansatz 500 — 10 %,
„ „ „ 500 „ „ 501 — 20 „ .

Wenn die ermäßigten Gebühren im Laufe eines Jahres die eingezahlten Beträge übersteigen, so wird auch für den Ueberschuß die gleiche Ermäßigung wie früher in Anrechnung gebracht."

fallen weg.

In dem folgenden Satz

„Für größere Versuchsreihen u. s. w." wird das Wort „erheblichere" vor „Preisermäßigungen" gestrichen.

Auf den Seiten 19, 23, 24 und 25 werden die Anmerkungen über Preisermäßigungen gestrichen.

Berlin, den 1. November 1900.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.
gez. Schultz.

3. Druckfestigkeit von Beton.

Von H. Burchartz, ständiger Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung.

In der Abtheilung für Baumaterialprüfung sind gelegentlich auf Antrag einer Behörde Festigkeitsversuche mit Beton ausgeführt worden, die den Zweck hatten, den Einfluß der Art des Schottermaterials auf die Festigkeit des Betons zu ermitteln. In Vergleich gezogen wurden: Granitsteinschlag, Ziegelsteinschlag und Kieselschotter.

Die Veröffentlichung der Ergebnisse ist von der Antragstellerin bereitwilligst gestattet worden.

Gleichzeitig seien die Ergebnisse von Versuchsreihen mitgetheilt, die aus Anlaß des Prüfungsbefundes der ersten Untersuchung im allgemeinen Interesse angestellt wurden. Sie erstreckten sich auf den Vergleich der Druckfestigkeit von Beton mit Granit- und Ziegelsteinschlag und zwar für Wasser- und Lufterhärtung. Für diese Versuche wurden die erforderlichen Materialien durch die Versuchsanstalt selbst aus dem Handel bezogen und Betonmischungen[1]) verwendet, die den in der Praxis gebräuchlichen entsprechen. Die Antheile an Ziegelsteinschlag in den drei geprüften Ziegelbetonmischungen wurden derart gewählt, daß sie dem Rauminhalt nach den Antheilen an Granitsteinschlag in den entsprechenden drei Granitsteinschlagmischungen gleichkamen.

[1]) Ueber das Mischungsverhältniß von Beton vergl. „Der Portland-Cement und seine Anwendungen im Bauwesen". Verlag von E. Toeche, Berlin. S. 123.

Zur Prüfung gelangten nachstehende Betonmischungen:

Versuchsreihe 1.

1)	1	Raumthl.	Cement	+ 2	Raumthl.	Bausand	+ 5	Raumthl.	Granitsteinschlag
2)	1	„	„	+ 3	„	„	+ 6	„	„
3)	3	„	Traß	+ 3	„	„	+ 14	„	„
	2	„	Kalkpulver						
4)	1	„	Cement	+ 2	„	„	+ 5	„	Ziegelsteinschlag
5)	1	„	„	+ 3	„	„	+ 6	„	„
6)	3	„	Traß	+ 3	„	„	+ 14	„	„
	2	„	Kalkpulver						
7)	1	„	Cement	+ 2	„	„	+ 5	„	Kieselschotter
8)	1	„	„	+ 3	„	„	+ 6	„	„
9)	3	„	Traß	+ 3	„	„	+ 14	„	„
	2	„	Kalkpulver						

Versuchsreihe 2.

1)	1	Gew.-Thl.	Cement	+ 3	Gew.-Thl.	Bausand	+ 6	Gew.-Thl.	Granitsteinschlag	
2)	1	„	„	+ 5	„	„	+ 8	„	„	
3)	1	„	„	+ 6	„	„	+ 12	„	„	+ 1 Gew.-Thl. Kalkteig
4)	1	„	„	+ 3	„	„	+ 4,5	„	Ziegelsteinschlag	
5)	1	„	„	+ 5	„	„	+ 6	„	„	
6)	1	„	„	+ 6	„	„	+ 9	„	„	+ 1 Gew.-Thl. Kalkteig.

Außer der Druckfestigkeit dieser Mischungen wurden die Eigenschaften der Betonbestandtheile, die Normenfestigkeit der Cemente und die Festigkeitseigenschaften der Mörtel im Beton festgestellt.

Die Herstellung der Festigkeitsprobekörper erfolgte bei den Mörteln in der Weise, daß der vorher durch entsprechenden Wasserzusatz zu erdfeuchter Beschaffenheit angemachte und dann innig gemischte Mörtel mit eisernen Spateln von Hand in die Formen eingeschlagen wurde, abgesehen von den Normalsandmörtelproben, welche auf dem Hammerapparat eingeschlagen wurden. Die Betonprobekörper (Würfel von 20 cm Seitenlänge) wurden durch schichtenweises Einstampfen des vorher durch Mischen des Mörtels mit dem angefeuchteten Steinschlag bezw. Schotter bereiteten Betons in die Form angefertigt.

Die Proben erhärteten einen Tag (die Traß- und Kalkteigbetonproben zwei Tage) in der Form und drei Tage an der Luft im Zimmer. Sodann wurden die für die Wasserlagerung bestimmten Proben unter Wasser gesetzt, während die übrigen im Freien verblieben, ohne besonders gegen Witterungseinflüsse geschützt zu sein.

Die Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen sind in den nachstehenden Tabellen als Mittelwerthe aus 5 bis 10 Einzelversuchen angegeben (die hinter den Festigkeitszahlen in runden Klammern gesetzten Zahlen sind die Raumgewichte der geprüften Körper).

Prüfungsergebnisse.

Versuchsreihe 1.

a) Eigenschaften der Betonbestandtheile.

Materialbezeichnung	Gewicht für 1 l in kg		Gehalt an Hohlräumen %	Siebrückstände in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm							
	eingelaufen	eingerüttelt		5000	900	600	324	240	120	60	20
Cement	1,282	1,932	—	30,0	0,4	0,0	—	—	—	—	—
Traßmehl	0,915	1,302	—	48,0	14,0	10,0	6,0	2,0	0,0	—	—
Kalkpulver[1]	0,456	0,715	—	6,0	0,0	—	—	—	—	—	—
Bausand	1,620[2]	1,736[2]	35,5	—	—	—	—	—	43,0	16,0	0,0
Granitsteinschlag[3]	1,250	im getrockneten Zustande	48,4	—	—	—	—	—	—	—	—
Ziegelsteinschlag[3]	1,025		47,4	—	—	—	—	—	—	—	—
Kieselschotter[3]	1,534		40,0	—	—	—	—	—	—	—	—

Die Druckfestigkeit des normengemäß erhärteten Mörtels aus 1 Gew.-Thl. Cement + 3 Gew.-Thl. Normalsand betrug nach 28 Tagen: 211,3 kg/qcm; nach 3 Monaten: 273,9 kg/qcm.

b) Festigkeitseigenschaften der Mörtel[4].

Mittelwerthe aus je 10 Versuchen. Würfel von 7,1 cm Seitenlänge; gedrückte Fläche = 50 qcm.

Mischung in Raumtheilen (Wasserzusatz: %)	Druckfestigkeit in kg/qcm nach	
	28 Tagen	3 Monaten
1 Cement + 2 Bausand (8,5 %)	278,0 (2,270)	307,8 (2,256)
1 Cement + 3 Bausand (8,1 %)	229,6 (2,268)	264,2 (2,276)
3 Traß + 2 Kalkpulver + 3 Bausand (16,5 %)	69,2 (1,887)	61,3 (1,938)

c) Druckfestigkeit der Betonmischungen[4].

Mittelwerthe aus je 5 Versuchen. Würfel von 20 cm Seitenlänge; gedrückte Fläche = 400 qcm.

Mischung in Raumtheilen	Druckfestigkeit in kg/qcm nach	
	28 Tagen	3 Monaten
1 Cement + 2 Bausand + 5 Granitsteinschlag	179,6 (2,346)	243,7 (2,350)
1 „ + 3 „ + 6 „	130,1 (2,300)	199,8 (2,354)
3 Traß + 2 Kalkpulver + 3 Bausand + 14 Granitsteinschlag	34,2 (2,187)	42,2 (2,197)
1 Cement + 2 Bausand + 5 Ziegelsteinschlag	159,8 (2,027)	185,4 (2,067)
1 „ + 3 „ + 6 „	143,6 (2,027)	171,5 (2,030)
3 Traß + 2 Kalkpulver + 3 Bausand + 14 Ziegelsteinschlag	36,5 (1,846)	46,2 (1,925)
1 Cement + 2 Bausand + 5 Kieselschotter	183,2 (2,421)	255,2 (2,425)
1 „ + 3 „ + 6 „	117,5 (2,396)	135,0 (2,446)
3 Traß + 2 Kalkpulver + 3 Bausand + 14 Kieselschotter	16,9 (2,177)	38,6 (2,163)

[1]) Das Kalkpulver wurde durch Ablöschen von Rüdersdorfer Stückkalk gewonnen.

[2]) Die Gewichte beziehen sich auf den getrockneten Sand. Grubenfeucht eingefüllt wog 1 l des Sandes 1,490 kg.

[3]) Die Größe des Steinschlags bezw. Schotters schwankte zwischen 2 und 6 cm. Der Ziegelsteinschlag war aus harten Klinkern hergestellt.

[4]) Die Probekörper erhärteten im Freien, zeitweise bei Frostwetter.

Versuchsreihe 2.

a) Eigenschaften der Betonbestandtheile.

Materialbezeichnung	Gewicht für 1 l in kg		Gehalt an Hohlräumen %	Siebrückstände in % auf den Sieben mit der übergeschriebenen Anzahl Maschen für 1 qcm			
	eingelaufen	eingerüttelt		5000	900	120	60
Cement	1,382	1,949	—	18,0	0,0	—	—
Kalkteig[1]) . . .	—	1,640	—	—	—	—	—
Bausand[2]) . . .	1,570	1,773	31,3	—	—	19,0	8,0
Granitsteinschlag[3]) .	1,481	—	42,5	—	—	—	—
Ziegelsteinschlag[3]) .	1,025	—	48,7	—	—	—	—

Die Normenprüfung ergab für den Cement

	nach 28 Tagen	6 Monaten
Zugfestigkeit	22,4 kg/qcm	29,9 kg/qcm
Druckfestigkeit . . .	173,0 „	290,5 „

b) Festigkeitseigenschaften der Mörtel.

Mittelwerthe aus je 10 Versuchen. Würfel von 7,1 cm Seitenlänge; gedrückte Fläche = 50 qcm.

Mischung in Gewichtstheilen (Wasserzusatz: %)	Druckfestigkeit in kg/qcm nach				Mittleres Raumgewicht unmittelbar nach dem Einschlagen
	28 Tagen	6 Monaten	28 Tagen	6 Monaten	
	Wassererhärtung		Lufterhärtung		
1 Cement + 3 Bausand (9 %)	178,0	305,7	160,9	234,5	2,282
1 „ + 5 „ (8 %)	81,7	173,9	83,4	149,2	2,248
1 „ + 6 „ + 1 Kalkteig (9,5 %)	72,2	155,1	78,4	185,3	2,251

c) Druckfestigkeit der Betonmischungen.

Mittelwerthe aus je 5 Versuchen. Würfel von 20 cm Seitenlänge; gedrückte Fläche = 400 qcm.

Mischung in Gewichtstheilen	Druckfestigkeit in kg/qcm nach			
	28 Tagen	6 Monaten	28 Tagen	6 Monaten
	Wassererhärtung		Lufterhärtung	
1 Cement + 3 Bausand + 6 Granitsteinschlag	88,3 (2,389)	189,0 (2,434)	65,5 (2,267)	82,8 (2,265)
1 „ + 5 „ + 8 „	75,7 (2,413)	93,9 (2,409)	45,9 (2,283)	72,0 (2,277)
1 „ + 6 „ + 12 „ + 1 Kalkteig	39,3 (2,375)	68,1 (2,355)	30,8 (2,242)	68,4 (2,260)
1 Cement + 3 Bausand + 4,5 Ziegelsteinschlag	95,1 (2,136)	151,5 (2,190)	70,2 (1,988)	113,0 (2,018)
1 „ + 5 „ + 6 „	58,4 (2,136)	93,4 (2,163)	42,9 (1,923)	72,9 (1,999)
1 „ + 6 „ + 9 „ + 1 Kalkteig	37,7 (2,104)	76,4 (2,126)	33,2 (1,898)	66,2 (1,925)

Um den Vergleich der Festigkeitswerthe der Betonmischungen zu erleichtern und den Einfluß der Art des Schottermaterials auf die Betonfestigkeit deutlicher zu machen, sind die Verhältnißzahlen der Festigkeiten nachstehend zusammengestellt.

---

[1]) Der Kalkteig wurde durch Ablöschen von Rüdersdorfer Stückkalk gewonnen.

[2]) Der Bausand war ein feiner bis mittelfeinkörniger Quarzsand, wie er vielfach in Berlin verwendet wird.

[3]) Der Steinschlag bestand aus Stücken von Haselnuß- bis Hühnereigröße. Der Ziegelsteinschlag war aus harten Klinkern hergestellt.

Verhältnißzahlen.

Veränderungen der Betonfestigkeiten bei Ersatz des Granits durch Ziegel bezw. Kiesel. Festigkeit der Granitbetonmischungen = 100.

Art der Erhärtung	An der Luft			Unter Wasser		
Betonmischung	28 Tage	3 Monate	6 Monate	28 Tage	3 Monate	6 Monate
Versuchsreihe 1.						
1 Cement + 2 Sand + 5 Ziegel	89	76	—	—	—	—
1 „ + 3 „ + 6 „	110	86	—	—	—	—
3 Traß / 2 Kalkpulver + 3 „ + 14 „	107	109	—	—	—	—
1 Cement + 2 „ + 5 Kiesel	102	105	—	—	—	—
1 „ + 3 „ + 6 „	90	68	—	—	—	—
3 Traß / 2 Kalkpulver + 3 „ + 14 „	49	91	—	—	—	—
Versuchsreihe 2.						
1 Cement + 3 „ + 4,5 Ziegel	108	—	80	107	—	136
1 „ + 5 „ + 6 „	77	—	100	98	—	101
1 Cement / 1 Kalkteig + 6 „ + 9 „	96	—	112	108	—	97

Aus ihnen geht hervor, daß — abgesehen von den unvermeidlichen Schwankungen, die auf die Herstellungsweise der Probekörper u. s. w. zurückzuführen sind —

1. der Beton mit Ziegel-(Klinker-)steinschlag annähernd die gleichen Festigkeiten lieferte wie derjenige mit Granitsteinschlag,

2. der Kieselschotter in der fetten Mischung etwas höher, in der mageren dagegen niedrigere Festigkeiten ergab als der Granitsteinschlag.

Das Ergebniß unter 1 darf natürlich nicht verallgemeinert werden. Es wird sich ändern mit dem jeweiligen Fettigkeitsgrad der Mischung, d. h. dem Mischungsverhältniß von Mörtel zu Schotter und mit der Festigkeit des Steinmaterials.

Das Ergebniß unter 2 bestätigt die häufig in der Praxis gemachte Erfahrung, daß fetter Kieselschotterbeton verhältnißmäßig hohe Festigkeit aufweist, und erklärt sich dadurch, daß die rundlichen Kieselstücke sich beim Einstampfen fetter Mischungen besser in den Mörtel einbetten und leichter der Bewegung in der Betonmasse folgen, als die eckigen Granitstücke, und infolgedessen eine größere Verdichtung des Mörtels bezw. Betons ermöglichen. Bei mörtelarmen Mischungen dagegen stoßen die Kieselstücke beim Stampfen aufeinander und verhindern das Verdichten des dazwischenliegenden Mörtels. Die Betonfestigkeit wird jedoch in letzterem Falle noch niedriger, weil der Mörtel an den glatten Kieseln schlechter haftet als an den rauhen Flächen des Granitgeschläges.

Die Betonmischungen mit Traßkalkmörtel haben für alle drei Schotterarten geringe Festigkeiten geliefert. Dieser Mangel an Erhärtungsenergie ist zum Theil auf die Lufterhärtung zurückzuführen (Traßkalkmörtel sind Wassermörtel)[1]).

Auffallend ist die erhebliche Abweichung in der Festigkeit der Wasser- und Luftproben bei Versuchsreihe 2, die sich sowohl bei den Mörtel- wie Betonmischungen (besonders letzteren) zeigt und namentlich in den fetteren Mischungen bei höherem Alter zum Ausdruck kommt. Nur die Mischungen mit Kalkzusatz machen hiervon eine Ausnahme, sie erreichen für beide Erhärtungsarten nahezu gleiche Festigkeiten.

[1]) Vergl. „Mittheilungen" 1900, Heft 4, S. 225.

Als wesentliches Ergebniß beider Versuchsreihen ist hervorzuheben, daß — vielfach herrschenden Anschauungen widersprechend — die Betonmischungen durchweg geringere Festigkeiten ergeben haben als die Mörtelmischungen.

Der Festigkeitsverlust schwankt, wenn man nur die 6-Monatsproben in Betracht zieht, zwischen 38 und 65 %; er beträgt im Mittel bei den Wasserproben 48 % und den Luftproben 57 % (Versuchsreihe 2). Er ist erklärlich, wenn man bedenkt, daß der Mörtel an sich besser und mehr verdichtet werden kann, als der Mörtel im Beton, abgesehen von mörtelreichen Betonmischungen mit Kieselzuschlag.

Allgemein gültige Schlüsse nach dieser Richtung lassen sich indeß aus den vorliegenden Ergebnissen nicht ziehen. Hierzu sind umfangreiche Versuche auf breiterer Grundlage, die sich namentlich auf höhere Altersstufen zu erstrecken haben, erforderlich. Ihre Ausführung ist nach Neueinrichtung der Versuchsanstalt in Aussicht genommen.

4. Mangelhafter Beton[1]).

Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary.

Immer häufiger werden der Versuchsanstalt abgebundene Mörtel- und Betonstücke mit dem Antrage unterbreitet, festzustellen, auf welche Ursachen diese oder jene Zerstörungserscheinungen oder die mangelhafte Erhärtung zurückzuführen sind. Derartige nachträgliche Feststellungen sind in den meisten Fällen schwierig, oft sogar unmöglich. Nur zuweilen gelingt es, die Ursachen des mangelhaften Verhaltens im Bauwerke aufzufinden. Einige Beispiele mögen dies erläutern.

Fehlen von Mörtel im Beton.

1. Von einer namhaften Baufirma wurden im Jahre 1893 für eine Baumwollspinnerei eine Anzahl Gewölbe in Cementbeton hergestellt, welche Ende 1897 anfingen theils zu reißen, theis stückweise abzubröckeln. Um sich über die Beschaffenheit des Betons sowie über Menge und Beschaffenheit des verwendeten Cementes und die Gründe, welche die geringe Festigkeit des Betons veranlaßt haben könnten, Gewißheit zu verschaffen, ließ die Fabrikleitung durch Sachverständige Beton entnehmen und an die Versuchsanstalt einsenden. Wegen der geringen Festigkeit der Betonmasse gelang es dabei nicht, große zusammenhängende Stücke zu erzielen. Die für die Prüfung bestimmten Stücke waren unregelmäßig, etwa 60 · 50 · 20 cm und 30 · 30 · 20 cm groß.

Die Betonstücke bestanden zum größten Theil aus groben Kiesstücken bis Hühnereigröße, eingebettet in mehr oder weniger gut erhärteten Mörtel, dessen Menge im Verhältniß zum Gehalt an Kies im Beton sehr gering war. Einzelne Kiesel waren vom Bindemittel mangelhaft umhüllt, andere zeigten eine fast glatte Oberfläche ohne anhaftenden Mörtel. Die Mischung in den einzelnen Stücken war ungleichmäßig. Einzelne Betontheile enthielten mehr, die anderen weniger Mörtel. Die wenig Mörtel enthaltenden Stücke, welche überwiegen, waren von Hohlräumen durchsetzt, von denen einige mehrere ccm Rauminhalt hatten. Die Festigkeit dieser Betonstücke war gering. Der Beton ließ sich an einzelnen Stellen in Schichten abheben.

[1]) Vergl. auch „Mittheilungen“ 1897, S. 81.

Die Zusammensetzung wurde ermittelt an 3 kg zerkleinertem und getrocknetem Beton durch Ausziehen des Bindemittels mit verdünnter Salzsäure.

Der Beton bestand aus:

Sand und Kies	2587 g
abschlämmbaren, thonigen Bestandtheilen	34 „
Bindemittel	379 „
(Bindemittel im ausgeglühten Zustande	308 „)

Das Mischungsverhältniß von Bindemittel — kohlensäure- und wasserfrei — zu Sand, Kies und thonigen Beimengungen war hiernach 1 : 8,5 (in Gewichtstheilen).

Zur Ermittelung der chemischen Zusammensetzung des Bindemittels wurde von dem zerkleinerten Beton eine Probe des feinsten mittelst des 900-Maschensiebes abgesiebten Materials analysirt.

Es ergab sich folgende Zusammensetzung:

In Salzsäure unlöslicher Rückstand (Sand + Thon)	22,77 %
Kieselsäure	14,13 „
Thonerde und Eisenoxyd	9,60 „
Kalk	38,30 „
Magnesia	1,44 „
Schwefelsäure	1,04 „
Glühverlust	14,97 „

Hieraus berechnet sich die Zusammensetzung des Bindemittels im ausgeglühten Zustande wie folgt:

Kieselsäure	21,90 %
Thonerde und Eisenoxyd	14,88 „
Kalk	59,37 „
Magnesia	2,23 „
Schwefelsäure	1,61 „

Dieses Ergebniß der Analyse entspricht der Zusammensetzung von Portland-Cement.

Der aus dem Beton herausgelöste Kies stellte sich als ein Trümmergemenge verschiedener Gesteinsarten (im wesentlichen: Quarzfels, Grauwacke, Sandstein und Kieselschiefer) dar und enthielt 1,3 % abschlämmbare thonige Bestandtheile.

Gewicht: Ein Liter eingelaufen :	1,790 kg
eingerüttelt :	1,990 „
Specifisches Gewicht s . .	= 2,570 „
Hohlräume	= 22,6 %[1])

[1]) Berechnet als $u_r = 1 - \frac{R_r}{s}$. Die Ermittelung der Hohlräume durch den praktischen Versuch ergab fast dasselbe, nämlich 22,7 %. In späteren Fällen ist die Berechnung der Hohlräume stets das arithmetische Mittel aus den Litergewichten der Sande oder Kiese in eingerütteltem und eingelaufenem Zustande $\frac{R_r + R_f}{2}$ zu Grunde gelegt, weil dies den Verhältnissen der Praxis besser entspricht.

Korngröße:

Siebrückstände										
Maschen für 1 qcm	900	600	240	120	81	60	20	9	4	1
Gesammtrückstand auf den Sieben %	98,3	97,4	94,8	87,0	83,6	80,7	74,8	71,1	57,6	40,1
Rückstand zwischen je 2 Sieben %	1,7	0,9	2,6	7,8	3,4	2,9	5,9	3,7	13,5	17,5	40,1

1,7 % des Kieses gingen durch das feinste angewendete Sieb; 40,1 % blieben auf dem gröbsten Siebe liegen. Dieser Rückstand bestand aus Stücken bis Hühnereigröße.

Schlußfolgerung.

Das Mischungsverhältniß von Bindemittel zu Kies wurde gefunden auf 1 : 8,5.

1 Liter Kies hatte 226 ccm Hohlräume, die bei einem dichten Beton durch Cement oder Cementmörtel ausgefüllt sein müssen.

Das Raumgewicht des erhärteten lufttrockenen Portland-Cementes zu 2,3 angenommen, wiegen 226 ccm abgebundener Portland-Cement 520 g.

Der Glühverlust des Cementes im Beton betrug 19,4 %; es entsprechen folglich 520 g abgebundenen Cementes im vorliegenden Falle 520 — 100 = 420 g frischem Cement.

Zur völligen Ausfüllung der Hohlräume im Kies durch abgebundenen Cement hätte somit mindestens ein Mischungsverhältniß von Cement : Kies angewendet werden müssen von 420 : 1990 = 1 : 4,7 während dieses Mischungsverhältniß = 1 : 8,5 gefunden wurde. Hierbei ist die vollkommenste Verdichtung des Betons angenommen, derart, daß thatsächlich sich der Mörtel völlig in alle Hohlräume des so dicht wie möglich eingerüttelten Kieses einlagert. Da dies in der Praxis niemals erreichbar sein wird, so muß die Menge des Mörtels noch größer, als der Rechnung nach nöthig wäre, genommen werden, um einen dichten Beton zu erhalten. Das Maß des erforderlichen Ueberschusses an Mörtel richtet sich nach der Beschaffenheit des Steinmaterials und nach dem Maß der Verdichtung des Betons beim Stampfen.

In dem geprüften Beton fehlte somit zur Ausfüllung der Hohlräume Cement oder Cementmörtel (d. h. im Kies die nöthige Menge an feinem und feinstem Korn = Sand).

2. Ein noch ungünstigerer, sehr mangelhaft zusammengesetzter Beton, von dem Fig. 1 ein Bruchstück darstellt, wurde der Versuchsanstalt später aus der Schweiz zur Untersuchung übermittelt. Der Antragsteller wünschte insbesondere den Thongehalt festzustellen, vermuthlich weil er des Glaubens war, daß die mangelhafte Erhärtung auf thonigen Kies zurückgeführt werden müsse.

Das Probematerial bestand nur aus 2 größeren unregelmäßigen Blöcken und einer Anzahl kleinerer Stücke, so daß die Druckfestigkeit nicht bestimmt werden konnte. Die Besichtigung ergab, daß der Beton wegen Mangel an feinerem Füllmaterial stark mit Hohlräumen durchsetzt war. Das die gröberen Gesteinsstücke verkittende Bindematerial kennzeichnete sich als Gemenge von rund 1 Gew.-Thl. Cement und 1 Gew.-Thl. Feinsand und haftete fest an den Steinen.

Die Zusammensetzung des Betons war folgende:

Kies bestehend aus { 75,0 % grobkörnigem Material, 9,4 % Sand } . . .	84,4 %
Thonige Bestandtheile	1,0 „
Glühverlust des Bindemittels	4,5 „
Bindemittel (im kohlensäure- und wasserfreien Zustand) . .	10,1 „

und einzelnen gröberen Geröllsteinen bestehend. Der Sand enthielt nur geringe Spuren thoniger Substanzen.

Das Mischungsverhältniß des Mörtels wurde auf 14 Gew.-Thl. Cement + 2 Gew.-Thl. Kalkhydrat + 84 Gew.-Thl. Sand oder in Raumtheilen unter Berücksichtigung der größeren Kiesel und Geröllstücke auf 2 Thl. Cement + 1 Thl. Kalk + 15 Thl. Sand und Steine ermittelt.

Der Beton war somit aus ungeeignetem Material (verlängertem Cementmörtel mit viel Sand und wenig Steinen) viel zu mager hergestellt und zudem ungenügend aufbereitet (Sandnester).

Mangelhafte Aufbereitung.

1. Durch ein Amtsgericht wurden der Versuchsanstalt Materialien übermittelt, herrührend von dem Einsturz eines Baues, bei welchem 22 Personen zu Tode kamen und 15 Personen verletzt wurden.

Das eingehend zu untersuchende Probematerial bestand aus Fundamentmauerwerk, Fundamentbeton, Deckenbeton und Fundamentcementmörtel sowie einigen Stücken von Säulen und Trägern. Die Prüfung mußte thunlichst beschleunigt werden, da drei angeschuldigte Personen sich in Untersuchungshaft befanden, sie konnte aber nur einen Theil der gestellten Fragen beantworten, da die Beschaffung geeigneten Probematerials in der erforderlichen Menge nicht zu ermöglichen war. Auf die Ergebnisse der Eisen-Untersuchung sei hier nicht eingegangen. Die zu dem Ziegelmauerwerk aus den Fundamenten der eingestürzten Säulen benutzten Steine hatten im Mittel 228 und 277 kg/qcm Druckfestigkeit, ermittelt an Körpern von rund 12 · 12 · 17 bezw. 15 cm.

Die Beton- und Mörtelproben waren von geringer Festigkeit und verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt, einige waren naß. Das Gefüge war so locker, daß die Stücke leicht mit der Hand zerbrochen werden konnten. Fast in allen Betonproben wurden vereinzelte Reste pflanzlichen Ursprungs — kleine Holzsplitter und noch frische grüne Grashalme — vorgefunden. Die Oberschicht des Deckenbetons, in welchem der Kies durch Steinkohlenschlacke ersetzt war, enthielt noch so viele gröbere Kohlenstücke, daß eine nach vorherigem Trocknen bei 100 C° ausgeführte Glühprobe einen Gewichtsverlust von 31,34 % ergab. Die Betonmasse besaß wegen des Vorhandenseins mehrerer ungewöhnlich großer Kiesstücke (bis zu etwa 1 kg Gewicht) einen hohen Grad von Ungleichmäßigkeit. Nach mehrtägigem Stehen des Mörtels und Betons bei Zimmerwärme und dadurch erfolgtem Austrocknen hatten selbst die ursprünglich mürbesten Proben erheblich an Festigkeit zugenommen.

Das Fundamentmauerwerk zeigte einen unregelmäßigen Verband und war theilweise mit sehr dicken Fugen gemauert. Die Fugen waren nicht überall gleichmäßig durch Mörtel verbunden. Die Haftfestigkeit des Mörtels an den Steinen war gering. Einige Ziegel lagen hohl und in den Höhlungen hatte sich ein schlüpfriger Schlamm, vermuthlich von angeschwemmtem Cementmaterial, angesammelt, oder sie waren durch losen gelben Sand ausgefüllt, der auch die Mauerwerkskörper äußerlich einhüllte.

Nachdem der Sand und Kies bei allen Proben sich als gleichartig erwiesen hatte und festgestellt war, daß thonige Bestandtheile nur in unerheblicher Menge vorhanden waren, wurden nur 2 Durchschnittsbestimmungen ausgeführt. Danach enthielt der Mörtel im Durchschnitt 2,30 % und der Beton 2,44 % Thon und abgeschiedene Kieselsäure.

Die Zusammensetzung des Mörtels war im Mittel aus 10 von verschiedenen Stellen des Baues entnommenen Proben, die ziemlich gut übereinstimmten:

Sand	78,88 %
Glühverlust	3,58 „

oder, bezogen auf den kohlensäure- und wasserfreien Mörtel:

Cement	17,12 %
Thon	1,20 „
Sand	81,67 „

Das Mischungsverhältniß in Gewichtstheilen von Cement : Sand + Thon war demnach = 1 : 5,2.

Fig. 2.

Die chemische Zusammensetzung des Cementes kohlensäure- und wasserfrei war folgende:

Kieselsäure	24,30 %
Thonerde und Eisenoxyd	13,95 „
Kalk	61,75 „

Die obere Schicht des Deckenbetons enthielt:

88 % Sand und Steinkohlenschlacke,
11,42 % Cement.

Das Mischungsverhältniß war demnach 1 : 7,7.

Der übrige Beton enthielt im Durchschnitt aus 7 Analysen:

88,5 % Sand, Kies und Geröll,
0,58 % Thon,
10,95 % Cement.

Mischungsverhältniß 1 : 8,3 in Gewichtstheilen.

Sand und Kies waren, wie durch Siebversuche festgestellt wurde, von gemischtem Korn. Der Sand war ziemlich scharfkantiger Quarzsand. Weder die chemische noch die mechanische Zusammensetzung von Mörtel und Beton waren somit zu beanstanden. Es scheint, als wenn in diesem Falle die Art der Verarbeitung Anlaß zu dem Einsturz des Gebäudes gegeben hätte.

2. Mangelhafte Aufbereitung trug augenscheinlich auch die Schuld an der schlechten Beschaffenheit von Cementrohren, von denen einige Bruchstücke in Fig. 2 dargestellt sind.

Die Cementrohre erhärteten nicht nach dem Einstampfen und fielen auseinander. Cementwaaren in demselben Mischungsverhältniß und mit demselben Kies aber mit anderem Cement gleichzeitig hergestellt, erhärteten dagegen tadellos. Aus der Abbildung ist ersichtlich, daß der Cement an den Kieseln nicht gebunden hat. Die Zusammensetzung des Betons wurde nicht ermittelt.

Nichtinnehaltung der vertragsmäßigen Mischung.

1. In einem Falle wurden der Versuchsanstalt eine größere Zahl von Betonstücken zur Prüfung auf Druckfestigkeit und Zusammensetzung übermittelt.

Der Beton war zu Gewölbekappen in verschiedenen Stockwerken einer Fabrik verarbeitet worden, und wurde 3—4 Monate nach der Fertigstellung in Folge des Ganges der Maschinen starken Erschütterungen ausgesetzt. Er war an verschiedenen Stellen mangelhaft erhärtet und begann nach 4 Jahren kurz vor Ablauf der Garantiezeit Risse aufzuweisen und den darunter befindlichen Kalkputz blasig aufzutreiben und abzustoßen, so daß die unter den Gewölben arbeitenden Leute gefährdet erschienen.

Der Versuch, aus dem stark bröckligen Material Probekörper für Druckversuche herauszuschneiden, mißlang. Nur zwei Körper von annähernd Würfelform wurden auf ausdrücklichen Wunsch des Antragstellers auf Festigkeit geprüft, lieferten aber ganz unzuverlässige Werthe.

Vertragsmäßig sollte der Beton aus 1 Thl. Portland-Cement, 2 Thl. scharfem Sand und 4 Thl. geschlägeltem Kies bestehen. Nach Mittheilung des Antragstellers war aber Puzzolan-Cement verwendet worden und die Untersuchung ergab, daß als Zuschlagsmaterial Schlacke und Kalkstein-Kleinschlag benutzt worden war. Da diese beiden Stoffe gleichzeitig mit dem die Steinstücke umhüllenden Cement in Salzsäure in Lösung gingen, konnte auch das verwendete Mischungsverhältniß nicht mehr festgestellt werden.

Eine rechtzeitige Prüfung des Betons vor der Verwendung hätte viele Unzuträglichkeiten und Kosten erspart.

2. In einem zweiten Falle war dem Unternehmer von der Baubehörde folgende Mischung vorgeschrieben:

1 Theil Cement, 6 Theile Rheinsand, 9 Theile Rheinkiesel.

Die vor Beginn der Bauarbeiten mit den gleichen Materialien ausgeführten Betonproben lieferten ein durchaus befriedigendes Ergebniß. Da kein Grund zu der Annahme vorlag, daß bei der Herstellung des Betons minderwerthiges Material verwendet wurde, nahm man als Ursache für die schlechte Beschaffenheit des Betons die Nichtinnehaltung des vorgeschriebenen Mischungsverhältnisses an. Durch die größere Beimengung von Sand würde ein zu magerer Cementmörtel entstehen.

Die Untersuchung bestätigte die Richtigkeit dieser Annahme. Zwei getrennt untersuchte Betonproben ergaben, bezogen auf den kohlensäure- und wasserfreien Zustand

	I	II
Sand und Kies	92,87 %	91,70 %
Cement	6,25 „	7,38 „
Thonsubstanz	0,88 „	0,92 „
Mischungsverhältniß . . .	1 : 15	1 : 12,5

Das Sand- und Kiesgemisch lieferte folgende Siebergebnisse:

Maschen für 1 qcm	900	600	324	256	169	120	60	20	9	4	1	$\frac{4}{1}$
Rückstand % . . .	96	93	88	79	72	67	62	56	51	37	20	3

Zieht man die Grenze für die Kiesel beim 9 Maschensieb, so verhält sich die Menge des Sandes zu den Kieseln = 1 : 1, während das Verhältniß sein sollte 2 : 3.

Dieser Fall zeigt, wie geringe Abweichungen von dem erprobten Mischungsverhältniß schädlich wirken können.

---

5. Zur Frage des praktischen Werthes der sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben.

Ergänzender Bericht, erstattet vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung Ingenieur M. Gary.

Im Jahre 1899 berichtete ich[1]) über die Ergebnisse von Versuchen, welche von den Mitgliedern einer Kommission des Vereins deutscher Portland-Cement-Fabrikanten und der Versuchsanstalt bei der Prüfung von zehn Portland-Cementen gefunden wurden, deren Raumbeständigkeit nach der Kochprobe zweifelhaft erschien, die sich aber trotzdem in der Praxis bewährt haben sollten.

Zur Zeit der Berichterstattung lagen die Ergebnisse der Versuche bis zu zwei Jahren Alter der Proben vor. Diese berechtigten zu der Schlußfolgerung, daß keine der zu der Prüfung herangezogenen sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben (Darrprobe, Kugelprobe nach Heintzel und v. Tetmajer, Kochprobe, Heißwasserprobe nach Maclay, Preßkuchenprobe nach Prüssing) geeignet ist, ein in allen Fällen zuverlässiges und schnelles Urtheil über die Verwendbarkeit eines Cementes in der Praxis zu gestatten.

Die Versuche haben dargethan, daß alle zehn Cemente, welche die Kuchenprobe nach den Normen bestanden haben, auch bei der Verwendung zu Probekörpern und zu Cementwaaren raumbeständig (im Sinne der Praxis) waren. Die Festigkeitszunahme der Probekörper beim Erhärten in Wasser und Luft sprach für die praktische Verwendbarkeit der Cemente.

Die Behauptung, daß die Normenproben zur Beurtheilung eines Cementes ungenügend seien, besonders dann, wenn der Cement bei der praktischen Verwendung an der Luft erhärten soll, hatte also durch die Versuche der Kommission keine Bestätigung erfahren. Die Kommission erklärte sich indessen ausdrücklich bereit, noch weitere Versuche auszuführen und ersuchte öffentlich die Befürworter der beschleunigten Raumbeständigkeitsproben, solche Cemente in ausreichender Menge zur Verfügung zu stellen, welche die Normenprobe bestehen, den beschleunigten Proben nicht genügen und in der Praxis treiben.

Derartige Cemente sollten thunlichst bis zum 1. Oktober 1900 an die Versuchsanstalt eingesandt werden.

Trotz der weit hinausgeschobenen Frist sind indessen bis heute keinerlei Aeußerungen zu dieser Sache an die Versuchsanstalt gelangt und ist auch kein Probematerial zu Versuchen in dem oben ausgesprochenen Sinne eingereicht worden.

---

[1]) „Bericht über die Raumbeständigkeit von zehn Portland-Cementen. Ergänzungsheft 1 der „Mittheilungen" 1899."

Damit wäre die Angelegenheit für die Kommission des Vereins und für die Versuchsanstalt erledigt. Indessen ist noch über das Ergebniß der Beobachtung und Prüfung der inzwischen 4 Jahre alt gewordenen Probekörper in Ergänzung des früheren Berichtes Folgendes mitzutheilen.

1. Dünne und dicke Kuchen aus reinem Cement, welche 24 Stunden bei Zimmerwärme in feuchter Luft erhärteten, dann

a) in Wasser (Normenprobe),
b) 3 Tage unter Wasser, hierauf an der Luft,
c) nur an der Luft im Zimmer,
d) nur an der Luft im Freien unter Dach,

haben bei der Beobachtung an verschiedenen Versuchsstellen durch die Herren Schumann-Amöneburg, Meyer-Malstatt, Prüssing-Rüdersdorf, Schiffner-Obercassel, Schott-Heidelberg, Paulsen-Finkenwalde, Prüssing-Hemmoor wie auch in der Versuchsanstalt im wesentlichen nach 4 Jahren dasselbe Aussehen gezeigt, wie nach 2 Jahren. (Vergl. Tab. 4a S. 32—36 des Berichtes von 1899).

Nur bei einigen der Kuchen unter b bis d aus den Cementen G, H und J sind nach 2 Jahren noch an einzelnen Stellen schwache Abblätterungen der Oberfläche beobachtet worden, vermuthlich hervorgerufen durch nachträgliche Ablöschung kleiner Kalktheilchen.

Der Cement G, einer westdeutschen Cementfabrik entstammend, hatte die Darrprobe in frischem Zustande bestanden und beim Kochen nur schwache Risse erhalten, zeigte aber nach 4 Jahren in der Versuchsanstalt ausgesprungene Stellen an der Unterseite der Kuchen.

Der Cement H, aus einer Fabrik der österreichisch-ungarischen Monarchie stammend, verhielt sich bei der Darr- und Kochprobe ebenso, erlitt aber nach 4 Jahren in der Versuchsanstalt schwache Warzenbildungen.

Cement J, aus einer anderen österreichischen Fabrik, der als 2. Marke angesehen, aus trocken gepreßten Ziegeln gebrannt und in Kugelmühlen gemahlen wird, der selten die Kochprobe bestehen und trotzdem in der Praxis noch nie zu Klagen Veranlassung gegeben haben soll, hat bei Prüfung der frischen Kuchen durch die Kochprobe starke Risse erhalten und nach 4 Jahren kleine Abblätterungen der an der Luft in Rüdersdorf und Charlottenburg aufbewahrten Kuchen erlitten.

Vorweg sei bemerkt, daß diese 3 Cemente weder bei den Messungen der Stäbe aus reinem Cement und 1 + 3 Mörtel nach 4 Jahren irgend welche besonders abweichende Erscheinungen gezeigt, noch etwa Festigkeits-Rückgang erlitten haben. Die Cemente G und J haben nur zwischen 1 und 2 Jahren an einzelnen Orten geringe Festigkeitsschwankungen gezeigt, sind dann aber bis zu 4 Jahren regelmäßig weiter erhärtet.

2. Alle in der Versuchsanstalt ausgeführten Messungen der Längenänderungen von Stäben mit je 100 mm Länge, die in der üblichen Weise aus den 10 Cementen gefertigt und mit dem Bauschinger-Apparat gemessen wurden, haben gesetzmäßiges Verhalten sämmtlicher Körper ergeben. Nur Cement U zeigt in reinen Cementstäben beträchtlich abweichendes Verhalten (anfänglich sehr starke Dehnung) gegenüber den anderen.

Tab. 1 enthält die Mittelwerthe der Messungen (vergl. Tab. 7a des Berichts von 1899) und Fig. 1 und 2 die zeichnerische Darstellung des Verlaufes von Dehnung und Schwindung der Stäbe nach den Ermittelungen der Versuchsanstalt.

Tabelle 1. **Zusammenstellung der Mittelwerthe der Längenmessungen in der Versuchsanstalt.**

Cement-Marke	Reiner Cement					1 Cement + 3 Rheinsand				
	Differenzen der Längenabmessungen zwischen je 2 Altersklassen in $^1/_{1000}$ mm									
	24 Std. bis 28 Tage	28 Tage bis 90 Tage	90 Tage bis 360 Tage	360 Tage bis 2 Jahre	2 Jahre bis 4 Jahre	24 Std. bis 28 Tage	28 Tage bis 90 Tage	90 Tage bis 360 Tage	360 Tage bis 2 Jahre	2 Jahre bis 4 Jahre
A	+ 48	+ 0	+ 6	+ 6	+ 1	+ 1	+ 5	− 21	− 15	− 12
B	+ 64	+ 3	+ 7	+ 6	+ 5	+ 7	+ 26	+ 24	− 26	− 12
C	+ 57	+ 13	+ 10	− 4	+ 9	+ 15	− 3	+ 2	− 31	− 2
D	+ 86	+ 3	+ 23	− 14	− 3	+ 15	− 4	+ 14	− 32	− 8
F	(+ 53)	+ 13	+ 12	+ 7	+ 14	(+ 8)	− 11	0	− 19	− 16
G	+ 43	+ 20	+ 30	+ 4	+ 2	+ 6	+ 17	+ 10	− 16	− 12
H	+ 56	+ 14	+ 9	+ 10	± 0	+ 6	+ 2	− 9	− 22	− 13
I	+ 57	+ 29	+ 21	− 24	± 0	+ 6	+ 9	0	− 71	− 17
L	+ 57	+ 20	+ 8	− 20	+ 5	+ 7	+ 10	− 30	− 64	− 3
U	+ 106	+ 32	+ 35	+ 5	− 1	+ 12	+ 2	+ 0	− 27	− 10

Von den Mitgliedern der Kommission sind die Messungen nur zum Theil bis zu 4 Jahren Alter fortgesetzt worden. Auch diese Messungen ergaben im allgemeinen durchaus gleichmäßiges und kein unnormales Verhalten der Cementkörper.

Die Kurven zeigen, daß die Stäbe aus reinem Cement sich zumeist bis zu 2 Jahren Alter dehnen (einige nur bis zu 1 Jahr, D, J, L) dann haben sie nahezu den Beharrungszustand erreicht; die Stäbe aus dem 1 + 3 Cement-Rheinsandmörtel dehnen sich zumeist nur bis zu 3 Monaten Alter (einige bis zu einem Jahr BGD) schwinden dann bis zu 2 Jahren Alter wieder beträchtlich, von 2 bis 4 Jahren aber nur so wenig mehr, daß zu erwarten steht, daß mit 4 Jahren der Beharrungszustand nahezu erreicht ist.

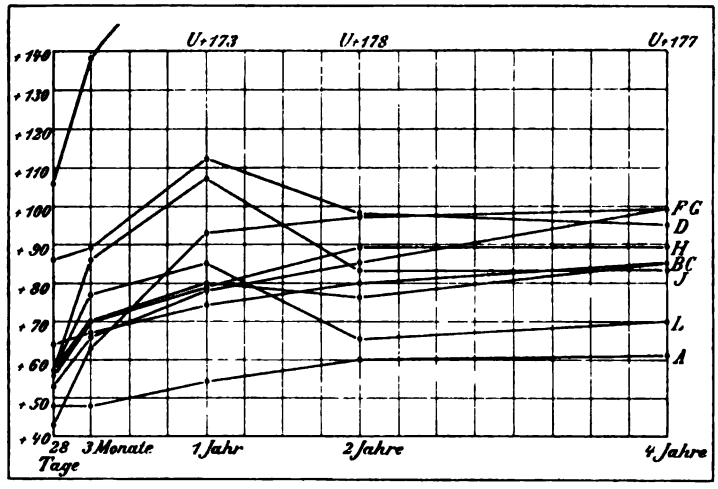


Fig. 1. Längenänderung von Cementstäben aus reinem Cement.

3. Die Zugfestigkeit der Rheinsandmörtel 1+1 (Tab. 2) hat bis zu 4 Jahren Alter durchweg beträchtlich zugenommen. Wesentlich geringer, aber immerhin vorhanden ist die Festigkeitszunahme der Rheinsandmörtel 1 + 3 (Tab. 3).

Keiner der geprüften Cemente hat sich als unzuverlässig in Bezug auf Festigkeit erwiesen.

Die größten Abweichungen zwischen den einzelnen Versuchsstellen ergaben die an der Luft erhärteten Proben, was wohl, wie früher schon erwähnt (S. 57 des Berichtes von 1899) mit örtlichen (klimatischen) Verhältnissen zusammenhängt.

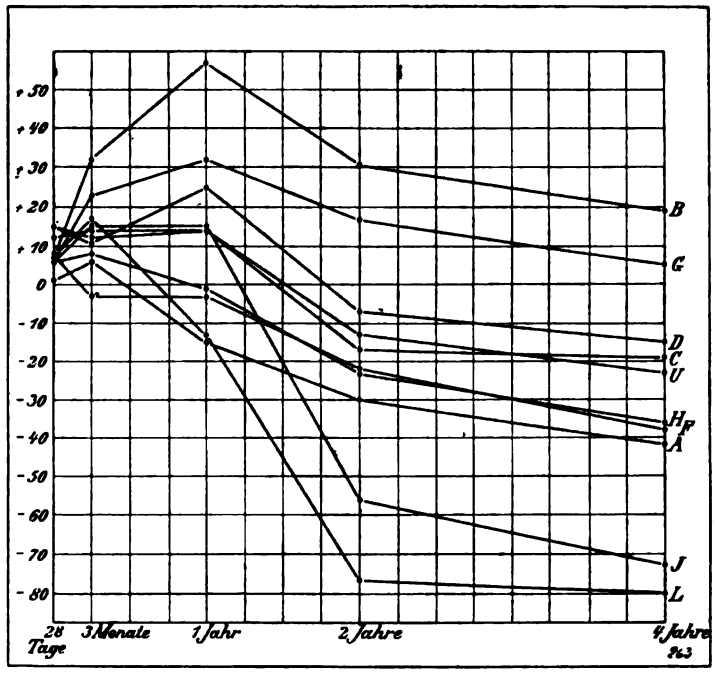


Fig. 2. Längenänderung von Cementstäben aus 1:3 Rheinsandmörtel.

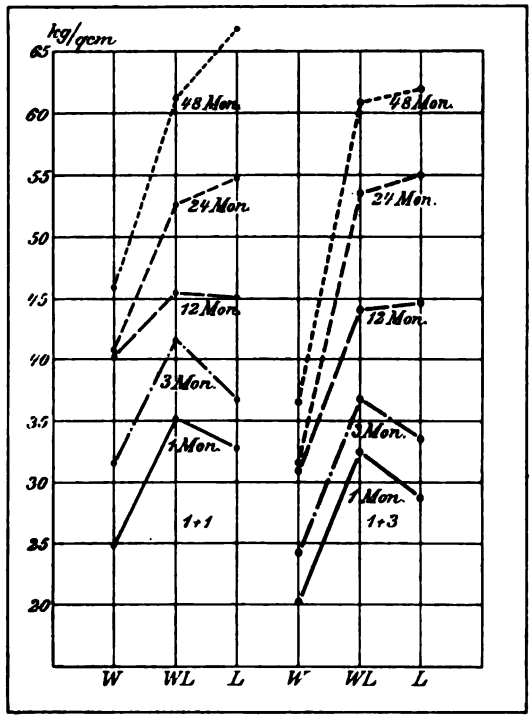


Fig. 3. Einfluß der Erhärtungsart bei verschiedenem Alter. (Mittel aus 10 in der Versuchsanstalt geprüften Cementen.)

Betrachtet man — um den Einfluß der verschiedenen Erhärtungsart auf den Erhärtungsfortgang festzustellen — ausschließlich die Ergebnisse der Versuchsanstalt (Tab. 4), die im Mittel aus 10 Cementen in Fig. 3 aufgetragen sind, so sieht man, daß bis zu 4 Jahren Alter die Cemente bei Luftlagerung sowohl in fetter als in magerer Mischung erheblich höhere Festigkeiten erreichen, als bei Wasserlagerung.

Bis zu 3 Monaten Alter ist die Festigkeit solcher Proben am höchsten, die einige Tage im Wasser liegen und dann an die Luft kommen.

Der Einfluß der Kohlensäure der Luft macht sich auf die Zugfestigkeit der mageren Mischung stärker geltend als auf die der fetten Mischung, weil letztere dichtere Körper erzielt.

Für jede Erhärtungsart schreitet die Erhärtung, abgesehen von den bereits erwähnten unvermeidlichen, durch Zufälligkeiten bedingten Schwankungen, ziemlich gleichmäßig fort. Den Erhärtungsfortgang für die drei Erhärtungsarten der fetten und der mageren Rheinsandmörtel nach den Ergebnissen aller Mitglieder zeigt im Mittel aus allen 10 Cementen Fig. 4.

Bemerkenswerth ist, daß im Mittel die mageren Mischungen (1—3) schon nach einem Jahre fast dieselben Festigkeiten ergaben, wie die fetten (1 + 1) wenn die Körper an der Luft erhärten, oder nur die ersten 3 Tage feucht gehalten werden.

Tabelle 2. Zugfestigkeit der Rheinsandmörtel 1+1.

Mittelwerthe aller Kommissionsmitglieder kg/qcm.

Versuchsstelle	24 Stunden an der feuchten Luft, dann im Wasser erhärtet					24 Stunden an der feuchten Luft, 3 Tage im Wasser, dann an der Luft erhärtet					24 Stunden an der feuchten Luft, dann an der Luft erhärtet				
	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre
Cement-Marke A.															
Meyer	24,1	30,5	38,0	46,4	51,1	37,4	43,3	37,1	44,4	48,8	33,5	38,6	33,3	51,6	59,8
Schumann	28,4	31,7	42,9	47,2	51,6	37,4	39,0	41,4	52,1	55,9	33,2	34,9	37,9	45,4	52,5
Versuchsanstalt	24,9	32,6	38,2	38,8	45,2	32,9	48,9	41,7	43,6	62,7	28,4	38,5	39,7	41,5	62,0
Mittel	25,8	31,6	39,7	44,1	49,3	35,9	43,7	40,1	46,7	55,8	31,7	37,3	37,0	46,2	58,1
Cement-Marke B.															
C. Prüßing	24,6	31,8	38,0	42,5		40,1	47,0	74,6	73,7		46,1	50,1	73,8	74,6	
Dr. Prüßing	19,9	25,6	34,7	42,9	44,6	31,0	55,9	59,2	61,9	65,9	45,5	45,9	56,7	68,4	78,4
Versuchsanstalt	21,1	29,1	39,6	38,1	46,5	34,0	45,1	54,7	52,8	69,7	30,9	42,3	55,4	50,5	68,1
Mittel	21,9	28,8	37,4	41,2	45,6	35,0	49,3	62,8	66,1	67,8	40,8	46,1	62,0	64,5	71,3
Cement-Marke C.															
Schiffner	28,6	34,4	44,3	38,4	43,1	47,5	38,7	50,1	48,4	70,5	33,6	36,3	46,7	55,1	75,3
Schindler	25,4	29,1	36,6	43,0		37,6	38,2	41,2	44,7		25,5	26,8	43,4	56,2	
Versuchsanstalt	31,0	40,0	45,8	42,4	48,3	37,8	45,9	41,4	39,4	55,2	32,7	37,3	45,2	57,2	73,0
Mittel	28,3	34,5	42,2	41,3	45,7	41,0	40,9	44,2	44,2	62,9	30,6	33,5	45,1	56,2	74,2
Cement-Marke D.															
Schott	26,1	33,2	42,9	45,8	50,5	40,9	42,2	50,0	58,0	69,7	36,1	42,2	56,3	69,2	80,3
Paulsen	27,3	31,0	41,9	45,7	47,6	42,5	51,2	53,6	60,8	63,4	38,4	37,8	56,3	47,3	77,3
Versuchsanstalt	26,3	34,9	47,8	42,8	52,5	36,3	40,7	36,5	62,5	65,6	32,7	36,1	36,4	50,1	67,9
Mittel	26,6	33,0	44,2	44,8	50,2	39,9	43,7	46,7	60,4	66,2	35,7	38,7	49,7	55,5	75,2
Cement-Marke F.															
Meyer	22,6	27,5	37,0	43,9	51,7	32,9	35,5	40,1	47,0	45,9	31,4	29,8	43,2	44,7	63,0
Schumann	22,5	27,8	35,8	45,3	48,3	39,6	40,8	45,1	51,0	62,4	36,4	37,3	42,8	48,3	58,3
Versuchsanstalt	24,7	26,8	38,5	37,7	49,8	33,6	40,7	49,7	62,9	73,0	34,5	41,1	46,6	64,3	82,2
Mittel	23,3	27,4	37,1	42,3	49,9	35,4	39,0	45,0	53,6	60,4	34,1	36,1	44,2	52,4	67,8
Cement-Marke G.															
Schott	30,3	37,7	45,3	45,8	44,4	39,7	44,9	66,1	70,1	80,7	38,3	42,9	58,1	57,9	64,9
Paulsen	25,0	35,3	42,5	45,4	48,3	46,1	39,9	52,3	64,3	70,2	37,4	32,9	54,7	60,8	73,7
Versuchsanstalt	26,1	33,0	41,6	44,4	46,1	41,7	37,7	43,8	53,1	59,6	36,2	35,9	42,0	51,4	69,3
Mittel	27,1	35,3	43,1	45,1	46,3	42,5	40,8	54,1	62,5	70,2	37,3	37,2	51,6	58,4	69,3
Cement-Marke H.															
Meyer															
Schumann	25,2	31,4	36,1	40,1	50,3	39,7	43,4	49,3	54,5	62,0	35,0	38,0	39,9	48,7	61,6
Versuchsanstalt	23,9	26,9	37,8	43,8	45,2	30,5	40,3	45,2	66,1	62,0	33,3	34,8	48,7	68,6	63,7
Mittel	24,6	29,2	37,0	42,0	47,8	35,1	41,9	47,3	60,3	62,0	34,2	36,4	44,3	58,7	62,7
Cement-Marke I.															
C. Prüßing	26,1	34,3	44,6	43,1		44,5	54,9	67,8	77,3		36,9	55,4	77,9	77,1	
Dr. Prüßing	21,3	28,2	35,4	38,3	41,5	39,2	40,3	48,8	48,2	68,9	31,2	30,2	51,1	56,3	68,2
Versuchsanstalt	26,3	30,1	39,5	38,1	41,8	35,6	42,7	51,6	46,2	57,7	34,4	36,8	48,2	49,4	66,3
Mittel	24,6	30,9	39,8	39,8	41,7	39,8	46,0	56,1	57,2	63,3	34,2	40,8	59,1	61,1	67,3

Versuchsstelle	24 Stunden an der feuchten Luft, dann im Wasser erhärtet					24 Stunden an der feuchten Luft, 3 Tage im Wasser, dann an der Luft erhärtet					24 Stunden an der feuchten Luft, dann an der Luft erhärtet				
	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre
Cement-Marke L.															
Schiffner . . .	22,1	26,7	30,7	36,4	39,5	34,5	38,4	42,6	48,5	71,0	30,7	31,8	37,2	50,7	59,5
Schindler . . .	23,0	29,8	35,2	40,4		34,6	31,0	33,6	38,6		20,6	22,4	28,1	41,0	
Versuchsanstalt .	20,7	24,5	34,1	34,6	37,3	33,3	39,0	49,0	62,4	58,8	32,4	33,0	45,5	61,9	65,0
Mittel	**21,9**	**27,0**	**33,3**	**37,1**	**38,4**	**34,1**	**36,1**	**41,7**	**49,8**	**64,9**	**27,9**	**29,0**	**36,9**	**51,2**	**62,3**
Cement-Marke U.															
C. Prüßing . .	27,7	39,2	51,0	50,5		41,2	55,3	76,0	73,2		32,9	57,0	77,2	70,3	
Dr. Prüßing . .	23,6	33,2	38,7	41,0	48,4	36,7	36,5	44,6	45,0	78,1	34,0	35,2	45,5	50,7	57,3
Versuchsanstalt .	23,9	38,3	45,9	42,1	46,8	36,8	35,4	41,4	39,4	47,9	32,0	32,5	44,0	53,5	55,2
Mittel	**25,1**	**36,9**	**45,2**	**44,5**	**47,6**	**38,2**	**42,4**	**54,0**	**52,5**	**63,0**	**33,0**	**41,6**	**55,6**	**58,2**	**56,3**

Tabelle 3. Zugfestigkeit der Rheinsandmörtel 1 + 3.

Mittelwerthe aller Kommissionsmitglieder kg/qcm.

Versuchsstelle	24 Stunden an der feuchten Luft, dann im Wasser erhärtet					24 Stunden an der feuchten Luft, 3 Tage im Wasser, dann an der Luft erhärtet					24 Stunden an der feuchten Luft, dann an der Luft erhärtet				
	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre
Cement-Marke A.															
Meyer	18,8	25,3	32,3	40,5	45,6	32,1	39,9	38,3	40,6	50,2	32,6	33,1	31,9	46,0	63,8
Schumann. . .	20,1	22,9	32,4	38,3	43,1	28,0	29,4	38,9	51,3	55,5	24,8	25,6	37,3	47,3	50,3
Versuchsanstalt .	18,5	23,1	27,6	30,3	40,8	30,6	44,9	35,2	60,9	67,4	24,5	42,4	38,6	59,7	61,2
Mittel	**19,1**	**23,8**	**30,8**	**36,4**	**43,2**	**30,2**	**38,1**	**37,5**	**50,9**	**57,7**	**27,3**	**33,7**	**35,9**	**51,0**	**58,4**
Cement-Marke B.															
C. Prüßing . .	21,8	27,6	31,7	36,6		37,4	42,5	77,1	77,3		34,5	46,4	68,6	64,4	
Dr. Prüßing . .	18,7	22,8	30,5	35,8	36,5	34,3	45,2	54,5	60,4	72,3	31,5	36,9	52,8	58,5	60,5
Versuchsanstalt .	18,5	24,6	29,1	28,8	38,6	31,7	38,2	49,2	63,3	68,1	24,6	32,0	44,0	53,8	60,9
Mittel	**19,7**	**25,0**	**30,4**	**33,7**	**37,6**	**34,5**	**42,0**	**60,3**	**67,0**	**70,2**	**30,2**	**38,4**	**55,1**	**58,9**	**60,7**
Cement-Marke C.															
Schiffner . . .	25,1	25,8	31,6	30,7	41,4	38,5	41,0	60,0	65,6	69,5	26,3	33,4	41,1	62,8	64,3
Schindler . . .	23,5	23,7	28,7	33,5		37,1	27,4	36,6	43,3		33,0	24,8	29,8	42,3	
Versuchsanstalt .	21,8	28,9	30,7	29,7	37,7	29,9	35,3	39,0	39,2	48,9	27,2	37,3	47,6	45,1	56,6
Mittel	**23,5**	**26,1**	**30,3**	**31,3**	**39,6**	**35,2**	**34,6**	**45,2**	**49,4**	**59,2**	**28,8**	**31,8**	**39,5**	**50,1**	**60,5**

Versuchsstelle	24 Stunden an der feuchten Luft, dann im Wasser erhärtet					24 Stunden an der feuchten Luft, 3 Tage im Wasser, dann an der Luft erhärtet					24 Stunden an der feuchten Luft, dann an der Luft erhärtet				
	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre	28 Tage	3 Monate	1 Jahr	2 Jahre	4 Jahre
Cement-Marke D.															
Schott	20,5	26,0	34,1	33,2	32,9	31,5	35,5	47,2	63,8	75,4	28,3	32,3	43,5	53,4	57,5
Paulsen . . .	22,9	28,6	33,1	36,2	39,2	40,4	42,5	62,4	74,5	79,0	32,1	36,8	55,9	65,3	67,5
Versuchsanstalt .	22,0	26,6	35,7	38,4	47,1	33,5	39,5	43,0	49,5	59,8	30,1	39,4	46,9	59,5	64,9
Mittel	21,8	27,1	34,3	35,9	39,7	35,1	39,2	50,9	62,6	71,4	30,2	36,2	48,8	59,4	63,3
Cement-Marke F.															
Meyer	19,7	22,9	35,9	34,3	40,8	29,2	31,7	38,5	47,9	58,6	28,2	28,1	37,6	54,2	66,8
Schumann . .	20,5	22,2	30,8	35,4	39,3	32,1	33,6	40,3	46,3	57,4	23,4	27,4	35,3	44,4	46,4
Versuchsanstalt .	18,8	22,8	33,6	35,4	38,8	31,5	37,5	44,6	59,2	65,5	30,3	37,4	42,8	59,6	66,3
Mittel	19,7	22,6	33,4	35,0	39,6	30,9	34,3	41,1	47,8	60,5	27,3	31,0	38,6	52,7	59,8
Cement-Marke G.															
Schott	18,5	23,0	26,8	28,1	29,5	27,3	38,6	55,0	57,4	64,4	23,5	33,2	43,5	36,3	39,0
Paulsen . . .	21,6	28,3	32,3	35,6	35,7	36,6	37,1	62,8	76,3	83,6	29,5	34,5	54,1	55,7	62,2
Versuchsanstalt .	19,3	23,2	29,6	27,8	30,5	30,4	32,9	45,5	49,5	68,6	26,8	30,3	43,9	49,4	62,3
Mittel	19,8	24,8	26,2	30,5	31,9	31,4	36,2	54,4	61,1	72,2	26,6	36,0	47,2	47,1	54,5
Cement-Marke H.															
Meyer[1]) . . .															
Schumann. . .	20,5	26,8	33,9	36,9	41,0	32,0	35,3	43,9	51,3	61,2	26,4	31,4	40,3	48,2	60,3
Versuchsanstalt .	21,2	23,9	31,8	34,4	35,9	33,1	34,4	46,2	57,2	64,8	32,4	35,2	45,5	57,8	66,3
Mittel	20,9	25,4	32,9	35,7	38,5	32,6	34,9	45,1	54,3	63,0	29,4	33,3	42,9	53,0	63,3
Cement-Marke I.															
C. Prüßing . .	24,6	31,8	32,6	34,0		35,9	54,9	73,7	78,9		30,1	53,8	65,9	65,2	
Dr. Prüßing . .	20,3	22,3	27,0	28,5	32,3	32,7	32,9	50,8	56,0	69,5	25,2	25,0	44,3	50,1	53,3
Versuchsanstalt .	20,1	21,8	29,9	26,8	31,9	35,0	33,0	49,2	47,0	55,4	27,8	29,1	44,7	46,2	52,0
Mittel	21,7	25,3	29,8	29,8	32,1	34,5	40,3	57,9	60,6	62,5	27,7	36,0	51,6	53,8	52,7
Cement-Marke L.															
Schiffner . . .	23,8	26,7	31,5	32,0	37,7	40,9	36,4	47,1	65,5	82,7	31,4	36,9	52,7	63,0	71,6
Schindler . . .	14,7	20,8	24,0	32,8		19,7	19,9	33,9	44,9		16,9	16,2	25,5	29,4	
Versuchsanstalt .	21,0	22,4	28,8	30,1	31,1	33,4	39,2	48,2	58,4	62,6	30,0	29,6	48,2	61,4	61,7
Mittel	19,8	23,3	28,1	31,6	34,4	31,3	31,8	43,1	56,3	72,7	26,1	27,6	42,1	51,3	66,7
Cement-Marke U.															
C. Prüßing . .	24,8	33,4	38,4	39,5		40,9	53,6	77,5	79,2		34,3	57,7	70,2	73,3	
Dr. Prüßing . .	22,2	26,7	33,6	35,5	41,3	36,4	34,2	46,8	52,5	73,0	31,0	31,0	42,6	53,3	62,3
Versuchsanstalt .	22,1	26,9	33,2	33,8	33,2	36,3	33,3	40,6	51,7	48,3	33,0	23,5	44,8	57,5	57,1
Mittel	23,1	29,0	35,1	36,3	37,3	37,9	40,4	55,0	61,1	60,7	32,8	37,4	52,5	61,4	59,7

[1]) Der Cement H wurde nicht untersucht, weil er alle beschleunigten Proben bestanden hatte.

Tabelle 4. Zusammenstellung der Mittelwerthe der Versuchsanstalt in Bezug auf Einfluß der Erhärtungsart.

Mittlere Zugfestigkeit kg/qcm.

Mischung	1 Gew.-Thl. Cement + 1 Gew.-Thl. Rheinsand			1 Gew.-Thl. Cement + 3 Gew.-Thl. Rheinsand		
Erhärtungsart	24 Stunden im feuchten Raume, die übrige Zeit unter Wasser	24 Stunden im feuchten Raume, drei Tage im Wasser, dann in Kellerluft	24 Stunden im feuchten Raume, dann in Kellerluft	24 Stunden im feuchten Raume, die übrige Zeit unter Wasser	24 Stunden im feuchten Raume, drei Tage im Wasser, dann in Kellerluft	24 Stunden im feuchten Raume, dann in Kellerluft
Nach 28 Tagen.						
Cement A	24,9	32,9	28,4	18,5	30,6	24,5
„ B	21,1	34,0	30,9	18,5	31,7	24,6
„ C	31,0	37,8	32,7	21,8	29,9	27,2
„ D	26,3	36,3	32,7	22,0	33,5	30,1
„ F	24,7	33,6	34,5	18,8	31,5	30,3
„ G	26,1	41,7	36,2	19,3	30,4	26,8
„ H	23,9	30,5	33,3	21,2	33,1	32,4
„ I	26,3	35,6	34,4	20,1	35,0	27,8
„ L	20,7	33,3	32,4	21,0	33,4	30,0
„ U	23,9	36,8	32,0	22,1	36,3	33,0
Nach 3 Monaten.						
Cement A	32,6	48,9	38,5	23,1	44,9	42,4
„ B	29,1	45,1	42,3	24,6	38,2	32,0
„ C	40,0	45,9	37,3	28,9	35,3	37,3
„ D	34,9	40,7	36,1	26,5	39,5	39,4
„ F	26,8	40,7	41,1	22,8	37,5	37,4
„ G	33,0	37,7	35,9	23,2	32,9	30,3
„ H	26,9	40,3	34,8	23,9	34,4	35,2
„ I	30,1	42,7	36,8	21,8	33,0	29,1
„ L	24,5	39,0	33,0	22,4	39,2	29,6
„ U	38,3	35,4	32,5	26,9	33,3	23,5
Nach 1 Jahr.						
Cement A	38,2	41,7	39,7	27,6	35,2	38,6
„ B	39,6	54,7	55,4	29,1	49,2	44,0
„ C	45,8	41,4	45,2	30,7	39,0	47,6
„ D	47,8	36,5	36,4	35,7	43,0	46,9
„ F	38,5	49,7	46,6	33,6	44,6	42,8
„ G	41,6	43,8	42,0	29,6	45,5	43,9
„ H	37,8	45,2	48,7	31,8	46,2	45,5
„ I	39,5	51,6	48,2	29,9	49,2	44,7
„ L	34,1	49,0	45,5	28,8	48,2	48,2
„ U	45,9	41,4	44,0	33,2	40,6	44,8
Nach 2 Jahren.						
Cement A	38,8	43,6	41,5	30,3	60,9	59,7
„ B	38,1	52,8	50,5	28,8	63,3	53,8
„ C	42,4	39,4	57,2	29,7	39,2	45,1
„ D	42,8	62,5	50,1	38,4	49,5	59,5
„ F	37,7	62,9	64,3	35,4	59,2	59,6
„ G	44,4	53,1	51,4	27,8	49,5	49,4
„ H	43,8	66,1	68,6	34,4	57,2	57,8
„ I	38,1	46,2	49,4	26,8	47,0	46,2
„ L	34,6	62,4	61,9	30,1	58,4	61,4
„ U	42,1	39,4	53,5	33,8	51,7	57,5
Nach 4 Jahren.						
Cement A	45,2	62,7	62,0	40,8	67,4	61,2
„ B	46,5	69,7	68,1	38,6	68,1	60,9
„ C	48,3	55,2	73,0	37,7	48,9	56,6
„ D	52,5	65,6	67,9	47,1	59,8	64,9
„ F	49,8	73,0	82,2	38,8	65,5	66,3
„ G	46,1	59,6	69,3	30,5	68,6	62,3
„ H	45,2	62,0	63,7	35,9	64,8	66,3
„ I	41,8	57,7	66,3	31,9	55,4	62,0
„ L	37,3	58,8	65,0	31,1	62,6	61,7
„ U	46,8	47,9	55,2	33,2	48,3	57,1

Nach dem bisher Gesagten hat weder die vierjährige Beobachtung der Kuchen noch die Festigkeit der 10 Cemente die doch sämmtlich durch die beschleunigten Raumbeständigkeitsproben stark als raumunbeständig verdächtig waren, Anlaß zur Unbrauchbarerklärung der Cemente für praktische Zwecke gegeben. Mit diesen Ergebnissen stehen auch die Beobachtungen im Einklang, welche an den aus den Cementen gefertigten Cementwaaren innerhalb vierjähriger Lagerung im Freien angestellt wurden. Diese Gegenstände lagerten während der ganzen Beobachtungszeit auf dem Fabrikgrundstück der Cementfabrik Dyckerhoff & Söhne in Amöneburg und zwar in einer durch Rauchgase und saure Gase einer benachbarten chemischen Fabrik verunreinigten Atmosphäre auf einem 4 m hohen Gerüst derart, wie das Lichtbild Fig. 5 zeigt. Sie waren dem Regen und Sonnenschein ausgesetzt und hielten Niederschlagswasser und Schnee in ihren vertieften Stellen zurück, während die erhabenen Stellen austrocknen konnten. Die Beanspruchung der Oberflächen war also die denkbar ungünstigste. Dennoch haben die Gegenstände während der vier Jahre keine nennenswerthen Veränderungen erlitten. Die auf Schwindung zurückzuführenden, bereits nach $^1/_4$ Jahr Alter der Proben beobachteten Haar- und Kartenrisse an einigen Gegenständen (insbesondere an den Rosetten der Cemente A, B, D, F, G, H und U) haben sich bis zu 4 Jahren Alter der Proben nicht erweitert und nicht vermehrt. Wie bereits früher erwähnt wurde, sind die Kantenrisse vorwiegend an denjenigen Proben aufgetreten, welche erst nach 28 Tagen ins Freie kamen, die also im geschlossenen Raume länger feucht gehalten wurden und dadurch in ihrer absichtlich fetten und dichteren Vorgußschicht gegen Rißbildung empfindlicher geworden waren, als die schon nach 3 Tagen ins Freie gesetzten Proben. Haarrisse in der Oberhaut sind vorwiegend an den Kanaldeckeln der Cemente G, H, J, L, U beobachtet worden.

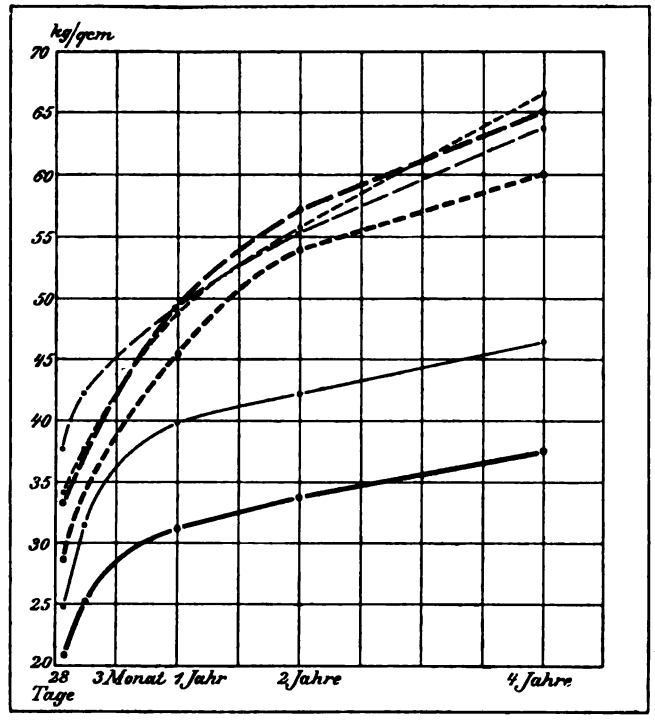


Fig. 4. Mittlerer Erhärtungsfortgang der 10 Cemente bei drei verschiedenen Erhärtungsarten. (Nach den Ergebnissen aller Mitglieder). Die schwachen Linien beziehen sich auf die fetten (1 + 1) Mörtel, die starken auf die mageren (1 + 3) Mörtel.

Die ganze Art der Risse läßt darauf schließen, daß es sich hier thatsächlich um Schwindrisse handelt, die auf rasche Austrocknung der Oberflächen zurückzuführen sind. Die in den äußeren Schichten aus fetten Cementmischungen bestehenden Cementwaaren überziehen sich bekanntlich im Freien verhältnißmäßig schnell mit feinen Haarrissen, auch wenn sie aus völlig tadellosen Cementen hergestellt sind.

Fig. 5.

Nach Vorstehendem ist die Behauptung, daß die sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben allgemein eine richtigere Beurtheilung der Verwendbarkeit eines Cementes gestatten als die Normen-Kuchenprobe als irrig zurückzuweisen.

Tabelle 5. **Zugfestigkeit der 4 Jahre alten Rheinsandmörtelproben.**
Mittelwerthe (kg/qcm) des Kommissionsmitgliedes Herrn C. Prüssing[1]).

Cement-Marke	Mörtelmischung	24 Stunden an der feuchten Luft, dann im Wasser erhärtet	24 Stunden an der feuchten Luft, 3 Tage im Wasser, dann an der Luft erhärtet	24 Stunden an der feuchten Luft, dann an der Luft erhärtet
B	1 + 1	46,0	88,8	86,2
	1 + 3	38,5	80,4	64,4
J	1 + 1	46,2	87,5	79,5
	1 + 3	35,6	79,6	73,7
U	1 + 1	53,9	82,4	65,9
	1 + 3	41,7	85,0	64,7

Schon früher[2]) ist darauf hingewiesen worden, daß das geschilderte Ergebniß eingehender Laboratoriumsversuche über die Brauchbarkeit der sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben durchaus durch die Erfahrungen der Praxis bestätigt wird.

Auf Grund einer ganzen Anzahl von Beobachtungen, die von verschiedenen Behörden auf Wunsch der Versuchsanstalt angestellt wurden, konnte geschlossen werden:

[1]) Die Protokolle des Herrn C. Prüssing sind erst nach Drucklegung eingegangen und daher am Schlusse des Berichtes besonders aufgenommen.

[2]) Vergl. „Mittheilungen" 1897 S. 229 und 1900 S. 57.

daß zahlreiche Cemente verschiedensten Ursprungs und verschiedener Herstellungsweise, welche die sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsprüfungen ganz oder theilweise nicht bestanden, in Bauwerken mancherlei Art, in fetten und mageren Mischungen verwendet, während einer Beobachtungsdauer von 34—18 Monaten ihrem Zweck voll genügten, ohne zu den geringsten Beanstandungen in Bezug auf Raumbeständigkeit zu führen.

Alle Erfahrungen sprachen also bis jetzt dafür, daß die Darr-, die Glüh- und die Kochprobe nicht geeignet sind, Cemente, die diese Proben nicht bestehen, als unbrauchbar, oder auch nur als minderwerthig für Bauzwecke zu charakterisiren. Die Brauchbarkeit der beschleunigten Proben für die Beurtheilung von Cementen zu Zwecken der Kunststeinfabrikation und zu feineren Arbeiten insbesondere glatten Platten wurde hiervon nicht berührt.

Um nun ein Bild davon zu gewinnen, welche Werthschätzung gegenwärtig noch die beschleunigten Raumbeständigkeitsproben bei den Cementerzeugern und Cementverbrauchern genießen, hat die Versuchsanstalt seit einer Reihe von Jahren gemäß den Bestimmungen des Ansatzes 232 der „Vorschriften für die Benutzung der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt vom 30. März 1895" zwar neben der normenmäßigen Kuchenprobe die Darr- und die Kochprobe mit ausgeführt, aber in jedem Einzelfalle vor Ausfertigung des Prüfungszeugnisses bei dem Antragsteller angefragt, ob er die Aufnahme der Ergebnisse der beschleunigten Proben in das Prüfungszeugniß wünsche oder nicht. Die Entscheidung hierüber wurde erbeten, bevor der Antragsteller Kenntniß von dem Ausfalle dieser Versuche hatte.

Die Ergebnisse dieser Anfragen sind in der nachstehenden Tabelle 6 übersichtlich zusammengestellt. Es handelt sich um 201 Cementprüfungen.

Tabelle 6. **Statistik über die Beurtheilung der beschleunigten Raumbeständigkeitsproben (Koch- und Darrprobe) durch Cementerzeuger und Cementverbraucher.**

Auftrag betreffend die beschleunigten Proben	Cementfabriken	Cementverbraucher und zwar					Im Ganzen
		Staatsbehörden	Städtische und Gemeindebehörden	Cementbaugeschäfte und Cementwaarenfabriken	Sonstige, auch Versuchsanstalten	Sa. der Verbraucher	
Von vorn herein beantragt	21	22	5	5	3	35	56
Aufnahme der Ergebnisse erwünscht	30	10	2	8	6	26	56
Aufnahme der Ergebnisse abgelehnt	30	12	1	9	7	29	59
Anfrage nicht beantwortet	23	1	—	3	3	7	30
Zusammen	104	45	8	25	19	97	201

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß das Interesse an den beschleunigten Raumbeständigkeitsproben sehr getheilt ist. Nur wenig mehr als $^1/_4$ der Auftraggeber, darunter vorwiegend Behörden, fordern von vorn herein die Ausführung der Koch- und Darrprobe.

Von den übrigen haben die gleiche Anzahl Antragsteller die Aufnahme der Ergebnisse gewünscht und abgelehnt, obgleich mit der Aufnahme besondere Kosten nicht verknüpft waren. Das Verhältniß ist bei den Cementerzeugern wie bei den Cementverbrauchern nahezu das gleiche, während man hätte erwarten sollen, daß z. B. Cementbaugeschäfte und Kunststeinfabriken den beschleunigten Proben erhöhten Werth beilegen würden.

Die Nichtbeantwortung der Anfrage spricht außerdem für mangelndes Interesse.

Die Gründe, weshalb auf die beschleunigten Proben verzichtet wird, sind nicht immer angegeben. Die Cementfabriken führen theilweise an: „Das Ergebniß wird nicht verlangt, ist ohne besonderen Werth, ist werthlos, ist unnöthig."

In vereinzelten Fällen wurde von Cementerzeugern die Aufnahme nur gewünscht, wenn das Ergebniß tadellos ausgefallen wäre, ein Verlangen, dem nicht entsprochen werden konnte.

Einige Cementbaugeschäfte und Cementwaarenfabriken gaben als Gründe für ihre Verzichtleistung an: „Das Ergebniß bietet wenig Interesse, ist überflüssig, nicht nöthig, hat keinen Werth."

Hieraus darf geschlossen werden, daß der zweifelhafte Werth der Koch- und der Darrprobe auch in der Praxis bereits erkannt ist, und daß kein Bedürfniß mehr besteht, diese Proben nach wie vor pflichtmäßig auszuführen.

Die Versuchsanstalt wird hieraus Veranlassung nehmen, bei der bevorstehenden Neubearbeitung der Prüfungsvorschriften die Normenprobe von den beschleunigten Proben zu trennen, und letztere fernerhin nur noch auf besonderen Antrag auszuführen.

Als Beweis, daß die Koch- und die Darrprobe, wie auch die Glühprobe, falls man sich auf ihre Ergebnisse allein verlassen wollte, stark irre führen können, mögen folgende Beispiele dienen.

In neuester Zeit sind in der Versuchsanstalt zwei Fälle vorgekommen, in denen aus dem Handel eingereichte Cemente die beschleunigten Raumbeständigkeitsproben bestanden, bei der Normenprobe aber deutliche Treiberscheinungen zeigten.

1. In dem ersten Falle handelte es sich um den Cement einer alten norddeutschen Fabrik, die auf trockenem Wege arbeitet. Der Cement war an eine Eisenbahnbehörde geliefert worden, die durch Prüfung feststellte, daß der Beginn des Abbindens erst nach mehr als zwei Stunden eintrat und daß der Cement nicht raumbeständig war. „Ein an der Luft aufbewahrter Kuchen zersprang in mehrere Theile, der zweite zeigte eine während des Erhärtens eingetretene Aufkrempung, der dritte an der Oberfläche viele Falten und Runzeln, sowie Löcher" (die Erscheinungen an dem letzten Kuchen sind vermuthlich auf die Herstellung zurückzuführen).

Die beantragte Nachprüfung des Cementes ergab:

Mit 27,1 % Wasser	Wärmeerhöhung 2,6 C°	bei	Wärme der Luft 17,3 C°
	Erhärtungsanfang nach 4 Stunden		„ des Wassers 16,0 „
	Abbindezeit 10 Stunden		Luftfeuchtigkeit 70 %

Die Kuchen, für die Probe auf Raumbeständigkeit nach den Normen angefertigt und behandelt, krümmten sich schon nach 7 Tagen und wurden an der Oberfläche netzrissig. Nach 28 Tagen waren die Normenkuchen stark netz- und kantenrissig und stark gekrümmt, dagegen blieben die Proben in der Darrprobe und der Kochprobe eben und rißfrei.

Daraufhin wurde eine eingehendere Prüfung des Cementes angeordnet.

Die chemische Analyse lieferte folgendes Ergebniß:

Kieselsäure	20,26 %	
Eisenoxyd und Thonerde .	9,88 „	
Kalk	59,26 „	
Magnesia	Spuren	
Schwefelsäure (SO_3) . .	3,75 „	(= 6,38 Gips)
Glühverlust	5,00 „	
Alkalien u. s. w. . . .	Rest	

Der Cement enthielt 2,9 % lösliche Salze, aus Kalk, schwefelsaurem Kalk und Alkalien bestehend.

Die weitere Untersuchung lieferte die in Tabelle 7, 8 und 9 unter A aufgeführten Ergebnisse.

Der Cement bestand auch bei wiederholter Prüfung tadellos die Koch- und die Darrprobe, während die Normenkuchen schon nach 7 Tagen deutliche Treibrisse zeigten.

Nach den Gesammtergebnissen der Untersuchung handelt es sich im vorliegenden Falle um einen grob gemahlenen, in Folge zu hohen Gipsgehaltes treibenden Cement von geringer Festigkeit, der indessen weder durch die Kochprobe noch durch die Darrprobe als minderwerthig gekennzeichnet wurde, während die Normenprobe ihn deutlich und zweifellos als Treiber verrieth.

2. In dem zweiten Falle handelte es sich um den Cement einer neueren, mitteldeutschen Fabrik, die ebenfalls Kalkstein trocken verarbeitet.

Der Cement hatte folgende chemische Zusammensetzung:

Kieselsäure	21,44 %
Eisenoxyd und Thonerde . . .	9,90 „
Kalk	62,95 „
Magnesia	1,69 „
Schwefelsäure (SO_3)	1,10 „
Glühverlust	1,87 „
Alkalien u. s w.	Rest

Er kennzeichnet sich damit als ein ziemlich thonerde- und kalkreicher Cement mit dem hydraulischen Modul 2,06.

Dieser Cement bestand tadellos sowohl die Kochprobe wie die Darrprobe, wurde aber bei der Kuchenprobe rissig.

Er lieferte bei der Prüfung die in Tabelle 7, 8 und 9 unter B aufgenommenen Ergebnisse, nach denen es sich um einen ungewöhnlich fein gemahlenen, kalkreichen Cement handelt, der wahrscheinlich diesen beiden Eigenschaften seine Treibneigung in den Kuchen aus reinem Cement verdankt. Die Normenprobe ließ die Gefahr sofort erkennen, Koch- und Darrprobe versagten.

3. In einem dritten Falle, in welchem von einem Baugeschäft drei Cemente zum Vergleich eingeschickt wurden, erschien der eine Cement durch die Darrprobe und die Kochprobe verdächtigt. Er zerfiel beim Darren und zerkochte beim Kochen, bestand aber die Glühprobe. Dieser Cement wurde aber schon nach wenigen Tagen durch die Normenprobe und nach einer Woche durch die Festigkeitsprobe als minderwerthig erkannt. Die Normenkuchen zeigten radiale und Netzrisse und waren gekrümmt. In der 1 + 3 Normenmischung lieferte der Cement die in Tabelle 9 unter C aufgenommenen Ergebnisse. Alle Zug- und Druckproben wiesen Haarrisse auf.

Tabelle 7. **Prüfung von Cementen auf allgemeine Eigenschaften.**

Cement-Marke	Gewicht eines Liters eingelaufen R_f	Gewicht eines Liters eingerüttelt R_r	Spec. Gewicht s	Glühverlust %	Der Abbindeversuch ergab im Mittel: Wärmeerhöhung C°	Abbindezeit Std.	Erhärtungsanfang Std.	bei	Wärme der Luft C°	Wärme des Wassers C°	Feuchtigkeit der Luft %
A	1,067	1,711	3,113	5,00	2,8	9	4		16,2	15,5	70
B	1,101	1,838	3,145	1,87	4,4	8	3		16,0	15,0	70
C	1,126	1,814	3,149	2,4	2,2	9	½		16,5	16,5	65

Tabelle 8. **Ergebnisse der Siebversuche von Cementen.**

Cement-Marke	Siebrückstände					
	Siebe mit Maschen für 1 qcm	180	324	600	900	5000
A	Gesammtrückstand auf den Sieben; Procent	0,0	0,2	2,0	2,4	20,0
	Rückstand zwischen je zwei Sieben; Procent	0,0	0,2	1,8	0,4	17,6	80,0
B	Gesammtrückstand auf den Sieben; Procent	—	—	—	0,0	4,8
	Rückstand zwischen je zwei Sieben; Procent	—	—	—	0,0	4,8	95,2
C	Gesammtrückstand auf den Sieben; Procent	0,2	1,3	2,0	4,0	26,0
	Rückstand zwischen je zwei Sieben; Procent	0,2	1,1	0,7	2,0	22,0	74,0

Tabelle 9. **Ergebnisse der Prüfung auf Festigkeit von Cementen in der Mischung 1 + 3.**

Cement-Marke	Wasseranspruch %	Zugproben: Raumgewicht der 1 Tag alten Proben	Zugfestigkeit kg/qcm: 7 Tage alt	28 Tage alt	Druckproben: Raumgewicht der 1 Tag alten Proben	Druckfestigkeit kg/qcm: 7 Tage alt	28 Tage alt	Verhältniß Zug/Druck nach: 7 Tagen	28 Tagen
A	9,5	2,303	3,0	16,1	2,228	30	112	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{7}$
B	8,75	2,347	15,6	19,6	2,254	212	306	$\frac{1}{13,6}$	$\frac{1}{15,6}$
C	10,0	2,274	3,4	7,4	2,197	22	42	$\frac{1}{6,6}$	$\frac{1}{5,7}$

Im übrigen hatte der Cement keinerlei besonders auffällige Eigenschaften (vergl. Tab. 7 und 8 unter C). Seine chemische Zusammensetzung wurde wie folgt ermittelt:

Kieselsäure	25,56 %
Eisenoxyd und Thonerde . . .	8,63 „
Kalk	60,51 „
Magnesia	1,10 „
Schwefelsäure (SO_3)	1,93 „
Glühverlust	2,37 „

Auch in diesem Falle hätte die normenmäßige Prüfung völlig ausgereicht, den vermuthlich schlecht aufbereiteten Cement als minderwerthig zu erkennen.

6. Der Cholesteringehalt der Rinderfußöle.

Vom Abtheilungsvorsteher Dr. Holde und dem ständigen Mitarbeiter Dr. Stange.

A. Allgemeines über Rinderfußöle.

Der Bedarf an schwer erstarrenden Rinderfußölen als Rostschutzmittel für Waffen ist z. Z. ein derartig großer, daß er nach den uns gewordenen Mittheilungen aus den in Deutschland zu gewinnenden Oelmengen obiger Art schwerlich gedeckt werden kann. Die weit überwiegende Mehrzahl der genannten im Handel vorkommenden Oele ist daher, wie auch die Prüfungen dieser Oele im Auftrag von Militärbehörden und Privatfirmen seitens der Versuchsanstalt zeigen, stark mit den weit billigeren Pflanzenölen verfälscht. Unter 26 seit etwa Jahresfrist geprüften Handelsproben, sog. reinen Knochenölen, fanden wir 18 mit Pflanzenölen mehr oder weniger stark verfälschte und nur acht zweifellos reine Proben vor.

Die üblichen Bezeichnungen für die aus den Knochen und Klauen der Rinder gewonnenen Oele und Fette, nämlich „Knochenöl", „Klauenöl", „Knochenfett" — die Bezeichnung „Rinderfußöl" trifft man in der Litteratur und im Handelsverkehr nur selten an — geben nicht immer eine genügend richtige Vorstellung von dem Ursprung der Oele. Wir verdanken mehrere Aufklärungen über diese Frage der Firma Cuypers & Stalling in Dresden, die uns auch sonst mit Material zu den hier zu besprechenden Untersuchungen in dankenswerther Weise unterstützt hat.

Dasjenige „Knochenöl", für welches wir im Nachfolgenden die Bezeichnung „Rinderfußöl" anwenden, wird gewöhnlich zum Einfetten von Waffen (Gewehrläufen, Gewehrschlössern, Patronentheilen u. s. w.), zum Schmieren feiner Mechanismen wie Uhren, Chronometer, Registrirapparate u. s. w. benutzt. Dargestellt wird es durch Ausschmelzen mit kochend heißem Wasser oder Ausdämpfen mit wenig gespanntem Wasserdampf (2—4 Atm.) in stehenden Autoklaven aus frischen Unterschenkelknochen[1]) und den frischen Klauenfleischtheilen von Rindern. Das Ausschmelzen der Knochen, deren Mark durch Absägen der Wirbel auf Kreissägen und Aufbohren der Markkanäle für das Eindringen des heißen Wassers oder Wasserdampfes bloßgelegt wird, geschieht in Gemeinschaft mit den abgesägten Wirbelstücken und den von den Hornhufen befreiten Klauen so lange, bis alle Fett- und Leimtheile entfernt sind, d. i. einige Stunden lang. Die von Fett und Leim befreiten Knochen dienen entweder zur Gewinnung von Düngemehl oder Knochenkohle, die Hufe zur Herstellung von Knöpfen und anderen Geräthschaften.

Das ausgeschmolzene weingelbe, in der Hitze klarflüssige Oel ist bei Zimmerwärme durch Stearinausscheidungen getrübt, aber meist noch fließend; es wird von der wässrigen Leimlösung durch Abziehen der letzteren getrennt. Durch wiederholtes Auskochen des Oeles mit Wasser werden die letzten Reste des Leims thunlichst vollständig entfernt, damit das Oel bei weiterem Aufbewahren sich nicht zersetzt und fauligen Geruch annimmt.

Statt vorstehender Gewinnungsart, die sich selbstverständlich auch allein auf die Knochen oder Klauen erstrecken kann, dürfte auch hie und da die Extraktion mit Benzin, Canadol

[1]) Insofern, als nicht nur die Klauen sondern auch die Unterschenkelknochen zur Gewinnung des Rinderfußöles benutzt werden, ist auch die Bezeichnung „Rinderfußöl" vielleicht nicht ganz einwandfrei, wir konnten jedoch eine bessere Bezeichnung als diese ohnehin ja schon eingeführte für die in Rede stehenden Oele nicht finden.

und dergleichen benutzt werden, indessen ist dieses Verfahren wegen der damit verbundenen Gefahren im Allgemeinen wenig beliebt.

Um das rohe Rinderfußöl für seine Verwendungszwecke brauchbar zu machen, muß man es durch Stehenlassen in der Winterkälte oder durch künstliche Abkühlung und darauf folgende Pressung in Filterpressen je nach dem erforderlichen Erstarrungspunkt mehr oder weniger von den festen Fettbestandtheilen befreien. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß ein Oel je nach der angewendeten Zeitdauer der Abkühlung bei ein und demselben Kältegrad flüssig, getrübt oder salbenartig fest sein kann. In den Lieferungsbedingungen ist daher die Zeitdauer der Abkühlung auf den vorgeschriebenen Kältegrad, bei dem die Oele flüssig bleiben sollen, auf 1 oder 2 Stunden u. s. w. begrenzt. Es dürfte sich aber empfehlen, noch längere Abkühlungsdauer und zwar wenigstens 5 Stunden vorzuschreiben, weil dann bei Wiederholungsversuchen mit gleichen Oelen bessere Uebereinstimmung der Ergebnisse erzielt werden kann als bei kürzerer Abkühlung. Da freilich mit der Forderung einer längeren Abkühlung ohne Veränderung des vorgeschriebenen Kältegrads erhöhte Anforderungen an den Kältepunkt der Oele gestellt werden, so ist in Erwägung zu ziehen, ob mit dieser Bedingung auch die Höherlegung (nach 0° zu) des für die Prüfung vorgeschriebenen Kältegrads stattzufinden hat.

Ein etwa zu hoher Fettsäuregehalt der rohen Rinderfußöle wird in bekannter Weise durch Natronlauge oder andere alkalische Stoffe beseitigt. Die hierbei und bei der oben beschriebenen Filtration der Oele entstehenden Abfälle an Fett und Seifen werden der Seifenfabrikation ꝛc. zugänglich gemacht.

B. Allgemeines über sog. Knochenfett.

Das zur Kerzen- und Seifenfabrikation benutzte, bei Zimmerwärme butterartige hellgelbe bis schmutzig braune „Knochenfett“ wird aus den mit den Lumpen u. s. w. gesammelten alten Knochenresten unbestimmten und verschiedenen Ursprungs in der Regel durch Ausziehen mittelst Benzin oder ähnlicher flüchtiger Lösungsmittel gewonnen.

Die gegenüber den Rinderfußölen festere Beschaffenheit dieser Fette ist darauf zurückzuführen, daß sie aus alten Knochen verschiedener Körpertheile der Rinder u. s. w. stammen, demnach auch erhebliche Mengen talgartige Fette und freie durch Selbstzersetzung der Fette entstandene Fettsäuren in erheblichen Mengen enthalten. Wegen ihres hohen Gehalts an festen Fettsäuren eignen sich diese von den Rinderfußölen äußerlich ohne Weiteres zu unterscheidenden „Benzinknochenfette“ vorzüglich zur Kerzenfabrikation. Ihr hoher Gehalt an gesättigten Glyceriden und ihr entsprechend niedriger Gehalt an ungesättigten Glyceriden bedingt ihre gegenüber den aus frischen Fußknochen bereiteten Oelen niedrigeren Jodzahlen. Im Gegensatz zu letzteren Oelen enthalten sie ferner stets merkliche Mengen fettsauren Kalk (daneben soll auch milchsaurer, buttersaurer Kalk vorhanden sein), meist auch geringe Mengen von Benzinresten und Wasser[1]), ihr Geruch ist meist widerwärtig[2]).

---

[1]) Der Gehalt an Benzin in diesen Fetten stört natürlich die Zuverlässigkeit der Wasserbestimmung, wenn man, wie dies immer wieder von neuem vorgeschlagen wird, ohne Weiteres den Wassergehalt aus dem Gewichtsverlust beim Erhitzen einer gewogenen Fettmenge bestimmt. Ich möchte daher insbesondere auch für diese Fette die Anstellung eines sog. blinden Versuchs mit einer gewogenen ohne stärkere Erhitzung entwässerten Probe und die Berücksichtigung der hierbei beobachteten Verdampfungsverluste sehr anempfehlen. Holde.

[2]) In Schädler „die Technologie der Fette und Oele des Pflanzen- und Thierreichs“ 1892 S. 928 u. ff. finden sich gleichfalls Angaben über Eigenschaften und Herstellung von Knochenfett, die indessen in mehreren Punkten unvollständig sind.

Nach Lewkowitsch[1]), der allerdings nur von Knochenfetten im Allgemeinen spricht und Rinderfußöle nicht erwähnt, werden diese Fette entweder durch Auskochen mit Wasser oder Ausziehen mit Lösungsmittel aus den Knochen gewonnen. Die mit Wasser ausgekochten Fette sollen nach L. hellbraun und sehr wenig verunreinigt sein, während die mit Lösungsmitteln ausgezogenen dunkelbraun sind und die oben genannten Verunreinigungen enthalten.

C. Die Prüfung der Rinderfußöle.

Uns beschäftigten bei den Arbeiten der Versuchsanstalt hauptsächlich die Rinderfußöle. In der Litteratur z. B. auch bei Lewkowitsch finden wir, abgesehen von Angaben der Jodzahl, Verseifungszahl u. s. w., die für den vorliegenden Zweck nicht brauchbar waren, keine stichhaltigen Merkmale für die Untersuchung dieser Oele auf Zusatz von Pflanzenölen. Die eigenen Erfahrungen zeigten uns, daß Jodzahl und Verseifungszahlen bei den vorkommenden Fälschungen oft so geschickt zurecht gestutzt waren, daß aus ihnen wiederholt kein genügend sicherer Schluß auf etwaige Zusätze von Pflanzenfetten gezogen werden konnte. Diejenigen Pflanzenöle, nämlich Cottonöl und Sesamöl, die wegen ihrer ausgesprochenen Farbenreaktionen ohne Weiteres in anderen Oelen erkennbar sind, werden aber den Rinderfußölen bezeichnender Weise im Allgemeinen nicht zugesetzt. Auf die Brauchbarkeit der sonst so zuverlässigen Prüfung von thierischen Fetten auf Pflanzenfette mittelst der Cholesterinprobe ist an den uns bekannten Litteraturstellen bisher bei der Besprechung der Knochenöle nicht ernstlich eingegangen. Auch in der sonst so umfassenden Arbeit von Bömer[2]) über den Werth der Cholesterinprobe zum Nachweis pflanzlicher Fette in thierischen ist Knochenöl oder Knochenfett nicht erwähnt.

Bömer hat die grundlegenden älteren Arbeiten von Salkowski u. A. nachgeprüft und in wesentlichen Punkten richtig gestellt und ergänzt. Er fand in allen von ihm geprüften zuverlässig reinen thierischen Fetten, nämlich Schweinefett, Butter, Rinds- und Hammeltalg, Oleomargarine, Leberthran, Eieröl geringe, aber deutlich nachweisbare Mengen Cholesterin, des bekannten zwischen 146 und 148 C° schmelzenden hochmolekularen Alkohols von der Formel $C_{26}H_{44}O$, dessen Krystalle unter dem Mikroskop die Form rhombischer Täfelchen mit gelegentlicher Abstumpfung einzelner Ecken zeigten. Strecker, Hoppe-Seyler, E. Schulze, dem wir die Hauptkenntnisse über das Cholesterin verdanken, Hesse, E. Salkowski, Schweißinger hatten übereinstimmend den Schmelzpunkt des Cholesterins etwas niedriger als Bömer, nämlich zu 145—146 C° angegeben. Aus allen Pflanzenfetten hatte Bömer das Phytosterin (sog. Cholesterin der Pflanzenfette), den dem Cholesterin isomeren Alkohol $C_{26}H_{44}O$ als unverseifbaren Bestandtheil vom Schmelzpunkt 135,5—139 (in einem Rüböl 141—141,5) und charakteristischer, nadelförmig langgestreckter Krystallform mit abgedachten Enden abscheiden können. Auch beim Phytosterin liegen die Schmelzpunkte Bömers durchschnittlich höher als die von den älteren Autoren zu 131,5—137, ausnahmsweise bis 138° angegebenen[3]).

---

[1]) „Oils, Fats and Wachses" 1898, 587.

[2]) Ztschr. f. Untersuch. der Nahrungs- und Genußmittel 1898 S. 21, 81.

[3]) Ein von uns aus 50 g Normalrüböl von Wiederhold in Kassel gewonnenes Phytosterin hatte nach 4maligem Umkrystallisiren den gleichbleibenden Schmelzpunkt von 133 C°. Allerdings zeigten die unverseifbaren Theile unmittelbar nach der Abscheidung ölige Beschaffenheit. Das Oel roch eigenartig nach Calmus und erstarrte erst breiartig nach dem Erkalten und Reiben mit Glasstab. Diese Ueberschmelzungserscheinungen wurden auch bei den unverseifbaren Alkoholen aus anderen Oelproben mehrfach bemerkt.

Zur Abscheidung der charakteristischen unverseifbaren Theile (Cholesterin oder Phytosterin) aus den Fetten muß man, da sich diese Alkohole oft nur in wenigen Zehntel %, bisweilen nur in Mengen von 0,1 % in den Fetten vorfinden, nach Bömer wenigstens 50 g Fett verseifen (auf 50 g Fett sollen 100 ccm 20 %iger alkoholischer Kalilauge zum Verseifen verwendet werden) und die in Wasser gelöste Seife mit großen Mengen Schwefeläther wiederholt ausziehen. Den nach dem Abdestilliren des Schwefeläthers verbleibenden, die unverseifbaren Antheile enthaltenden ätherischen Auszug soll man zur Verseifung etwa unverseift gebliebener Fetttheile nochmals mit 10 ccm der alkoholischen Lauge 5—10 Minuten kochen und die Seifenlösung nach Hinzufügung von 20 ccm Wasser wieder mit Aether (80—100 ccm) zur Abscheidung des Cholesterins oder Phytosterins schütteln. Außer der Bömerschen Vorschrift, die sich in seinen Händen gut bewährt hat, sind von verschiedenen anderen Seiten abweichende Vorschriften empfohlen worden. Unter anderen wurde von Kreis und Wolf auch die Herstellung von Kalkseifen und Ausziehen der Seifen mit Alkohol u. s. w. vorgeschlagen[1]), auf die hier nicht ausführlich eingegangen werden kann. Nur bezüglich des letzterwähnten Verfahrens von Kreis und Wolf sei bemerkt, daß es sich nach unseren Versuchen bei Knochenöl nicht bewährte, weil die Kalkseife bei dem Behandeln mit Alkohol nicht genügend Cholesterin an letzteren abgab. Bei der Verarbeitung des stark phytosterinhaltigen Erbsenöls bewährte sich das Kreis und Wolfsche Verfahren insofern besser, als das übliche Ausziehen der Alkaliseifen mittelst Aether, als das gewonnene Phytosterin nicht den das Umkryställisiren sehr störenden Farbstoff in so großer Menge enthielt, wie dies bei dem üblichen Verfahren der Fall ist.

Wir hielten uns im Princip an das Bömersche oder vielmehr Salkowskische Verfahren, indessen mußten auch wir einige nicht ganz unwesentliche Abänderungen des Verfahrens vornehmen, um in allen Fällen schnell und sicher zur Abscheidung der fettfreien unverseifbaren Antheile zu gelangen. Es zeigte sich u. a., daß man bei einem größeren zur Verseifung angewandten Ueberschuß an Alkali unter den nachfolgend beschriebenen Verseifungsbedingungen und bei Entfernung des Alkohols aus der Seifenlösung vor dem Aetherzusatz gleich beim ersten Verseifen stets alles Fett in Alkaliseife überführt und die schnelle Trennung von Aether und Seifenlösung wesentlich fördert. Da Bömer nicht mit Knochenfettseifen gearbeitet hat, dürfen unsere in Einzelheiten etwas abweichenden Erfahrungen nicht Wunder nehmen.

Mit der nachfolgenden, von uns hauptsächlich bei Fußknochenölen erprobten Vorschrift zur Abscheidung der unverseifbaren Antheile sollen auch nur unsere derzeitigen Erfahrungen gekennzeichnet werden. Spätere bei uns oder anderweitig sich als zweckmäßig erweisende Aenderungen der Vorschrift sollen damit nicht von der Hand gewiesen werden.

In einer geräumigen Porzellanschale werden 40 g Kalihydrat in 20 ccm Wasser gelöst mit 50 g Fett unter stetem Umrühren und unter Zugabe von 40 ccm 96procentigen Alkohols auf dem siedenden Wasserbad erhitzt[2]). Die Verseifung giebt sich in plötzlichem Aufschäumen der Masse zu erkennen. Der entstandene Seifenleim wird nach vollständigem Vertreiben des Alkohols unter ganz allmählicher Zugabe von heißem Wasser (im Ganzen 1 Liter) und fortgesetztem Rühren gelöst. Die Masse wird bei einem gewissen Wasserzusatz gallertartig fest und durchscheinend und löst sich dann leicht und schnell bei weiterem Wasserzusatz. Die erkaltete Lösung, die

[1]) Chem. Ztg. 1898, S. 807.

[2]) Durch Verwendung älterer stark gefärbter alkoholischer Laugen bei der Verseifung gelangen leicht Stoffe in die Seife, die in Aether löslich sind und später bei Abscheidung der unverseifbaren Antheile störend wirken.

klar sein muß, wird im Scheidetrichter 3 mal hintereinander mit je 600—700 ccm Schwefeläther stark geschüttelt. Emulsionen werden durch Zusatz von wenig absol. Alkohol beseitigt. Aus den vereinigten Aetherextrakten wird der Aether abdestillirt. Der Rückstand wird in etwa 10 ccm abs. Alkohol gelöst, und zu der heißen Lösung wird auf dem Wasserbad allmählich destillirtes Wasser bis zum Eintritt der Trübung gegeben. Nach dem Abkühlen der Lösung auf Zimmerwärme werden die ausgeschiedenen krystallinischen, oft noch stark gelb gefärbten unverseifbaren Antheile abfiltrirt. Der Filterrückstand wird in gleicher Weise in wenig Alkohol gelöst und mit Wasser abgeschieden. Dies wird so oft wiederholt, bis die abgeschiedenen Krystalle einen vollständig gleichbleibenden Schmelzpunkt nach dem Trocknen auf dem Filter oder porösen Thonteller zeigen. Diese Krystalle werden als maßgebende Probe für die Beobachtung der Krystallform unter dem Mikroskop betrachtet, obwohl auch schon die vorangehenden Krystallisationen meistens die Krystallform richtig erkennen lassen. Bei Thranen genügen 2—3, bei reinen Knochenölen- und -Fetten etwa 6, bei Gemischen von Knochenölen mit Pflanzenölen oft erst 12 Krystallisationen, bis man zu ganz reinen Alkoholen bezw. Alkoholgemischen von gleichbleibendem Schmelzpunkt gelangt[1]).

Wir gingen natürlich nach Salkowskis und Bömers Arbeiten auch von der Annahm aus, die Rinderfußöle könnten nur Cholesterin enthalten.

Bei dem Arbeiten nach vorstehendem oder dem Bömerschen Verfahren zeigten indessen die von uns gewonnenen unverseifbaren Antheile auch bei solchen Rinderfußölen, die unter Gewährleistung vollständiger Reinheit und zu sehr hohen Preisen (bis 15 M. pro kg) von namhaften Firmen bezogen waren, bedeutend zu niedrige Schmelzpunkte und Krystallformen von Gemischen aus Cholesterin und Phytosterin. Daher blieb schließlich nur übrig, daß wir selbst aus Rinderfüßen zuverlässig reines Knochenöl herstellten. Zu diesem Zweck kochten wir Rinderfußknochen, die aus einer Berliner Schlächterei bezogen waren und von uns zersägt wurden, mit Wasser aus und untersuchten das so gewonnene Oel. Aus ihm wurde ein reines Cholesterin in reinen Täfelchen von rhombischer Form vom Schmelzpunkt 146—147 C° gewonnen. Später ging uns auch ein Oel zu, dessen Herstellung der Einsender beigewohnt hatte und für dessen Reinheit er jede Garantie übernahm. Das Oel ergab wieder reines Cholesterin in rhombischen Täfelchen vom Schmelzpunkt 145—145,5 C°. Ein vom gleichen Einsender später eingereichtes als garantirt rein bezeichnetes Oel, dessen Herstellung wiederum der Einsender in der Fabrik N. beigewohnt hatte, ergab jedoch unverseifbare Antheile von zu niedrigem Schmelzpunkt (134—137 C°) und Mischformen von Cholesterin und Phytosterin, also Verdacht auf Zusatz von Pflanzenöl. Da durch dieses Ergebniß die Zuverlässigkeit des Verfahrens der Prüfung von Rinderfußölen auf Reinheit anscheinend in Frage gestellt wurde, entschlossen wir uns, von dem Einverständniß des Einsenders und der Fabrik N. Gebrauch machend, der Herstellung des Oeles in der Fabrik in Gegenwart des Einsenders selbst beizuwohnen und eine Probe des hier gewonnenen Oeles zu entnehmen.

Die Herstellung des Oeles geschah nach dem eingangs beschriebenen Dampfverfahren im Autoklaven aus Rinderfußknochen, Wirbeln und Klauen. Das erhaltene Oel (mehrere Eimer)

[1]) Die Schwierigkeit in der Reinigung des abgeschiedenen Cholesterins oder Phytosterins scheint oft durch geringe, mit den festen höheren Alkoholen abgeschiedene flüssige unverseifbare Bestandtheile der Oele verursacht zu sein, welche meist annähernd gleich schwer löslich in Alkohol wie die genannten höheren Alkohole sind. Diese flüssigen unverseifbaren Bestandtheile hatten immer eigenthümlichen, bei Thranen besonders charakteristischen Geruch.

wurde nach dem Ablassen der Leimlösung durch Auskochen mit Wasser von der Hauptmenge des Leims befreit. Es wurde uns erlaubt, allen Phasen der Gewinnung des Oeles, der Entnahme des Rohmaterials u. s. w. beizuwohnen, so daß bezüglich der zuverlässigen Reinheit des Oeles kein Zweifel mehr möglich war. Die von uns vorgenommene Prüfung des Oeles ergab wiederum richtigen Schmelzpunkt des Cholesterins 146—147 C° und reine Cholesterinformen. Somit mußte angenommen werden — der Einsender stimmt dem zu —, daß das der Anstalt zuletzt eingesandte, in der Fabrik N. gewonnene Oel auf eine, allerdings bisher unaufgeklärte Weise durch Pflanzenöl verunreinigt worden war. An der Stichhaltigkeit der Cholesterinprobe bei Prüfung der Rinderfußöle auf Gegenwart pflanzlicher Fette kann sonach ebensowenig wie bei der Prüfung sonstiger thierischer Fette gezweifelt werden.

Im Nachfolgenden geben wir noch eine statistische Uebersicht über die Ergebnisse der seit etwa Jahresfrist ausgeführten Prüfung von Rinderfußölen, die der Versuchsanstalt zur Untersuchung eingereicht wurden, einschließlich der vorstehend erwähnten selbst hergestellten Proben.

1. Schmelzpunkte und Krystallformen der unverseifbaren Antheile der Rinderfußöle.

Der Schmelzpunkt des Cholesterins von 10 der untersuchten 11 reinen Oele lag zwischen 145 und 147 C°, bei einem Oele lag der Schmelzpunkt zwischen 147 und 148 C°. Die von uns ermittelten Schmelzpunkte des Cholesterins liegen also den älteren Befunden von Salkowski, E. Schulze u. s. w. im Allgemeinen näher als den Befunden von Bömer, indessen ist dieser Thatsache keine Bedeutung beizulegen. Bei den verfälschten Oelen gingen die Schmelzpunkte von 143—144 bis 130—131° herunter.

Die Krystallform des Cholesterins war bei allen reinen Oelen diejenige von rhombischen Täfelchen, die in einzelnen Fällen auch langgestreckt waren.

Bei sämmtlichen 19 verfälschten Oelen zeigten sich entweder nur die meist nadelförmig langgestreckten mit bestimmten Abdachungen an den Enden versehenen Phytosterinformen oder diese neben den Cholesterinformen. Oft waren die Krystalle verzerrt oder zertrümmert, indessen konnten die charakteristischen Formen in allen Fällen zweifelsfrei festgestellt werden. Die verschiedenen Krystallbilder sind in der oben citirten Bömerschen Arbeit gut wiedergegeben.

2. Die Jodzahlen der Rinderfußöle.

Von den 11 reinen Oelen zeigten 10 Jodzahlen von 66 bis 74, eines die Jodzahl 77,6[1]).

Von 14 verfälschten Oelen zeigten 10 Jodzahlen von 78,3—85,2, 4 Oele Jodzahlen von 72 bis 76,5. Zur Mischung dieser letzten Oele war offenbar ein Rinderfußöl mit niedriger Jodzahl benutzt worden.

Einen gewissen Fingerzeig für die Beurtheilung der Reinheit der Oele giebt also die Jodzahl immerhin.

3. Die Verseifungszahl der Rinderfußöle.

Von den 11 reinen Oelen zeigten 9 Verseifungszahlen von 196—199, 2 Oele von 194—195.

---

[1]) Dieses Oel war vielleicht schon sehr stark fettsäurehaltig, da es ungereinigt und noch etwas leimhaltig lange gestanden und fauligen Geruch angenommen hatte; die zur Jodzahl benutzte Probe wurde allerdings erst durch Filtration geklärt und zeigte dann normalen Geruch von Rinderfußöl.

Von 14 verfälschten Oelen zeigten 5 Oele Verseifungszahlen von 194,5—197, die übrigen 9 Verseifungszahlen von 183—193, meist unter 192.

Hieraus ergiebt sich, da von den zur Verfälschung in Frage kommenden Oelen nur Rüböl die Verseifungszahl herabdrückt, daß dieses Oel das Hauptverfälschungsmittel ist. Es kann aber sein, daß auch erhitzte Baumwollsaatöle — in einem Fall wurde eine schwache Cottonöl-Reaktion nach Halphen bemerkt — oder andere pflanzliche Oele von höherer Verseifungszahl dann und wann zur Verfälschung benutzt werden.

Bei den sehr hohen Preisen der Rinderfußöle sind solche Fälschungen immer lohnend.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß gegen keinen der oben erwähnten Verfälschungsbefunde von den Einsendern irgend ein aufrecht erhaltener Einspruch erhoben wurde.

---

7. Versuche zur Abscheidung von Cholesterin und Phytosterin aus Mischungen von fettem Oel mit Mineralöl.

Von Dr. J. Marcusson, Assistenten der Abtheilung für Oelprüfung.

Nach Salkowski[1]) bieten die natürlichen unverseifbaren Bestandtheile fetter Oele (Cholesterin, Phytosterin) ein vorzügliches Mittel zur Unterscheidung pflanzlicher Oele von thierischen. Mit dem Salkowskischen Verfahren haben sich seither verschiedene Forscher, insbesondere Bömer[2]), eingehend beschäftigt.

Die Verfahren der genannten Forscher sind freilich nicht ohne Weiteres anwendbar, wenn neben fettem Oel gleichzeitig Mineralöl zugegen ist, weil dann die Abscheidung der unverseifbaren Stoffe mit Aether nicht mehr ausreichend ist, vielmehr noch die Trennung der höheren Alkohole vom Mineralöl erfolgen muß.

Man ist nun geneigt, höhere Alkohole von Mineralölen nach einer im Benedikt[3]) gegebenen Vorschrift durch Kochen mit Essigsäureanhydrid zu trennen, indessen geht bei dieser Behandlung von den Mineralölen ein mehr oder weniger erheblicher Theil in die Essigsäureanhydridlösung über, wie auch schon frühere Versuche ergeben haben[4]). Durch mehrfach wiederholtes Behandeln von Mineralschmierölen mit Essigsäureanhydrid und Auskochen der entstandenen Lösung mit Wasser erhält man bis zu 30 % gelb bis braun gefärbter harzartiger Massen, aus denen etwa beigemischte höhere Alkohole aus fetten Oelen nicht abgeschieden werden können.

Ob die harzartigen Massen im Mineralöl vorgebildet oder erst durch Einwirkung des Acetanhydrids entstanden sind, soll noch näher geprüft werden. Die bisherigen, allerdings erst an einem Oel ausgeführten Versuche, sprechen für erstere Annahme.

Von weiteren Versuchen, durch Essigsäureanhydrid die höheren Alkohole von Mineralöl zu trennen, wurde Abstand genommen, da sich zwei andere, im Nachstehenden zu beschreibende Wege, zur Durchführung dieser Trennung als gangbar erwiesen.

---

[1]) Ztschr. anal. Chem. 1887. S. 557.
[2]) Ztschr. f. Unters. der Nahrungs- u. Genußmittel 1898. S. 21.
[3]) Analyse der Fette und Wachsarten 1897. S. 522.
[4]) Holde, „Mittheilungen“ 1899. S. 266.

Verfahren 1.

Gelegentlich der Unterſuchung eines Brennöls, welches aus 60 % eines leichtflüſſigen, hellgelben Mineralöls, ſogenanntem Mineral-Colzaöl, und 40 % fettem Oel beſtand, wurde zur Feſtſtellung der pflanzlichen oder thieriſchen Abſtammung des letzteren — vom Einſender war Verdacht auf einen Gehalt an Thran neben pflanzlichem Oel ausgeſprochen worden — die Abſcheidung der höheren Alkohole des fetten Oeles erforderlich.

Ich glaubte, daß dünne Mineralöle wegen ihrer größeren Flüchtigkeit durch Deſtillation mit überhitztem Waſſerdampf von den höheren Alkoholen bis auf geringe hochſiedende Antheile getrennt werden könnten, und ein Vorverſuch, bei dem eine Löſung von 0,2 g Choleſterin in 100 ccm Petroleum angewandt wurde, beſtätigte dieſe Vermuthung. Aus dem Deſtillationsrückſtande ließ ſich ein erheblicher Theil des angewandten Choleſterins rein wiedergewinnen.

Zur Abſcheidung der höheren Alkohole aus dem oben genannten Brennöl wurden nun 200 g des letzteren, entſprechend 80 g in der Probe enthaltenem fettem Oel, verſeift. Die unverſeifbaren Beſtandtheile wurden durch Extraktion mit Aether aus wäſſriger Seifenlöſung gewonnen und der Deſtillation mit überhitztem Waſſerdampf unterworfen, bis etwa 3 ccm Deſtillationsrückſtand verblieben. Die Erhitzung wurde ſo geregelt, daß die Wärme des Oeles 200 C° nicht überſtieg.

Aus dem Deſtillationsrückſtand konnten durch mehrfaches Auskochen mit 70 %igem Alkohol die höheren Alkohole ausgezogen werden. Die gleichzeitig in dem Rückſtand enthaltenen hochſiedenden Mineralölantheile waren naturgemäß in dem genannten Löſungsmittel ſchwer löslich. Aus der alkoholiſchen Löſung kryſtalliſirten die Alkohole nach dem Erkalten aus; durch mehrfaches Umlöſen wurden Kryſtalle erhalten, die ſtets bei 139,5 C° ſchmolzen und die Formen des Phytoſterins zeigten.

Der beobachtete Schmelzpunkt liegt nahe der oberen Grenze, welche für den Schmelzpunkt des Phytoſterins angegeben iſt. Bömer[1]) fand als höchſte Schmelzpunkte 139,5 und 141—141,5 C° bei zwei aus Rüböl abgeſchiedenen Phytoſterinen. Daher konnte mit Rückſicht auf die Schwankungen im Schmelzpunkte des Phytoſterins verſchiedener Oele aus den obigen Beobachtungen allein kein ſicherer Schluß auf Gegenwart oder Abweſenheit von thieriſchem Oel in der unterſuchten Probe gezogen werden. Da aber die Verſeifungszahl (180,5) und Jodzahl (105,7) der aus dem Oel abgeſchiedenen Fettſäuren auf reines Rüböl hindeuteten und gerade Rüböle nach Bömer[2]) Phytoſterin von beſonders hohem Schmelzpunkt enthalten, ſo konnte das Brennöl wohl als frei von irgendwie nennenswerthen Mengen thieriſchen Oels angeſehen werden.

Verfahren 2.

Vorſtehendes Verfahren iſt natürlich nur für Gemiſche von fettem Oel mit dünnflüſſigen, verhältnißmäßig leichtflüchtigen Mineralölen anwendbar. Es verſagt jedoch, wie auch durch einen Vorverſuch feſtgeſtellt wurde, bei Gegenwart dicker Maſchinen- und Cylinderöle, da bei den hohen, zum Uebertreiben des Mineralöls erforderlichen Wärmegraden die Alkohole mit übergehen. Für derartige Miſchungen mußte daher ein anderer Weg eingeſchlagen werden.

Nach Forſter und Riechelmann[3]) kann man aus fetten Oelen durch Behandeln mit ſiedendem 96 %igen Alkohol die höheren Alkohole ausziehen und nach Verſeifung des

[1]) Ztſchr. f. Unterſ. der Nahrungs- u. Genußmittel 1898. S. 87.

[2]) l. c.

[3]) Ztſchr. öffl. Chem. 1897. S. 10. Vierteljahrſchr. f. Chemie der Nahrungs-Genußm. 1897. S. 33.

Auszuges in üblicher Weise rein gewinnen. Ich befürchtete, daß bei Anwendung dieses Verfahrens auf Mischungen von fettem Oel mit Mineralöl die höheren Alkohole nur unvollkommen ausgezogen würden[1]). Daher wurde in Anlehnung an die Arbeitsweise der genannten Forscher versucht, aus einem Gemisch von hochsiedendem Mineralöl mit fettem Oel durch Lösen in Aether und Ausfällen des größten Theiles des angewandten Oels mit Alkohol die höheren Alkohole in einer zur weiteren Verarbeitung bequemeren Form zu gewinnen. Aus der ätherisch-alkoholischen Lösung sollten durch Eindampfen weitere Oelantheile ausgeschieden, die noch in Lösung verbliebenen Stoffe zur Abscheidung der höheren Alkohole mit alkoholischer Lauge gekocht, und die unverseiften Alkohole mit Aether aus der Seifenlösung ausgezogen werden.

Angewandt wurde ein Gemisch von 100 g Mineralcylinderöl mit der gleichen Menge eines Knochenöls, das wenig pflanzliches Oel enthielt. Nach einigem Stehen hatte sich aus der mit Alkohol versetzten Aetherlösung der weitaus größte Theil des angewandten Oeles abgesetzt. Die darüber stehende Lösung wurde abgegossen, bis auf 50 ccm abdestillirt und nach dem Erkalten von wiederum ausgeschiedenem Oel getrennt. Beim Eindampfen der Lösung hinterblieb ein Rückstand, welcher neben fettem Oel nur außerordentlich geringe Mengen Mineralöl, dagegen die höheren Alkohole angereichert enthielt. Durch Verseifen des Rückstandes und Ausziehen der wässrigen Seifenlösung mit Aether wurden die höheren Alkohole zusammen mit den Mineralölbestandtheilen gewonnen. Aus diesem Gemenge wurden die Alkohole in der unter 1 beschriebenen Weise durch Auskochen mit 70 %igem Alkohol abgeschieden und durch den gleichbleibenden Schmelzpunkt von 144 C° sowie die Krystallform eines Gemisches von Cholesterin mit wenig Phytosterin gekennzeichnet. Sowohl dem Schmelzpunkt wie der Krystallform nach entsprachen die so erhaltenen unverseifbaren Bestandtheile völlig den höheren Alkoholen, welche aus dem zur Mischung mit Mineralöl verwendeten Knochenöl nach dem üblichen Verfahren erhalten werden konnten.

Es ist zu erwarten, daß die günstigen Ergebnisse der vorstehenden Versuche sich auch bei sonstigen Untersuchungen von Gemischen fetter Oele und Mineralöle auf die Art des vorhandenen fetten Oels (thierisch oder pflanzlich) wiederholen werden. Ueber diese bei Gelegenheit auszuführenden Untersuchungen soll später berichtet werden.

---

8. Die Prüfung der Penskyschen Flammpunktsprober.

Von Dr. D. Holde, Vorsteher der Abtheilung für Oelprüfung.

Die bei den amtlichen Prüfungen der Penskyschen Flammpunktsprober für Mineralöle in den letzten Jahren gesammelten Erfahrungen haben zu nachfolgendem Schema (Tab. 1) für die Anordnung der Prüfung und Ausfertigung der Bescheinigungen geführt. Hinsichtlich der Einrichtung und neueren Verbesserungen ist auf die früheren Veröffentlichungen in den „Mittheilungen" zu verweisen[2]).

Wie aus dem Schema, das gleichzeitig als Protokollvordruck für die Aufzeichnungen der Beobachtungen dient, zu ersehen ist, finden genaue Messungen nur hinsichtlich der Innen-

[1]) S. a. Bömers Ansicht l. c. S. 38.

[2]) 1889 S. 64, 1895 S. 276.

Tabelle 1. Vordruck für die Protokolle und Prüfungsbescheinigungen.

Aeußerer Befund beim Eingang des Apparates: Der Apparat ging am 1ten Januar 1900 ein und bestand aus: Erwärmungskörper, Oelbehälter, Deckel mit Zünd- und Rührvorrichtung (einschließlich Sicherheitsflämmchen) Dreifuß, Schlauch- und Verbindungsstücken für die Zündvorrichtung, Gabel zum Handhaben des heißen Oelgefäßes, Bunsenbrenner, Thermometer und Verschlußkasten.

Oelprüfungsbuch O Nr.	Bezeichnung des Apparates durch den Antragsteller	Die äußere Form des Apparates	Die Abmessungen des Erwärmungskörpers und der Zündvorrichtung	Abmessungen des Oelbehälters, der Eintauchtiefe der Zündvorrichtung und des Thermometers mm					Das in der Physikalischen Reichsanstalt gemäß angeheftetes Prüfungsbescheinigung geprüfte Thermometer hat die Prüfungsnummer	Die mechanische Ausführung	Vergleichende Flammpunktsbestimmungen an einem Mineralöl ergaben den Flammpunkt C°		Sonstige Bemerkungen
				Lichter Durchmesser des Gefäßes	Höhe des Gefäßes	Höhe der Auffüllmarke vom Boden	Entfernung der Mitte der Thermometerkugel vom Gefäßboden	Entfernung der Unterkante der Zündöffnung von der Unterseite der unteren Deckelplatte bei größter Eintauchtiefe der Zündflamme			Einzelwerthe	Mittel	
1500	A	zeigt keine Abweichungen von denjenigen des Apparates der Versuchsanstalt.	zeigen keine Abweichungen gegenüber denjenigen des Apparates der Versuchsanstalt.	51,1	56,0	33,5	15,5	1,5	11450	hat zu Ausstellungen keine Veranlassung gegeben.	176 176	176	Der Gebrauch des Apparates ist demnach nicht zu beanstanden.
Vergleichsapparat der Versuchsanstalt Nr. 144.	—	—	—	51,7	56,0	34,0	21,0	1,5	—	—	176 176	176	—

maße des Oelbehälters, der Eintauchtiefe des Zündröhrchens und des Thermometers statt. Die Abmessungen und Form der sonstigen Theile des Apparates werden ihrer geringeren Bedeutung entsprechend nur nach dem Augenschein auf ihre Richtigkeit geprüft.

Um für Zweifelsfälle die Maße des gußeisernen Erwärmungskörpers mit denjenigen des Apparates der Anstalt (Nr. 145) vergleichen zu können, sind letztere noch wie folgt ermittelt:

	mm
a) Gußeiserner Erwärmungskörper, cylindrischer Theil hoch	42
lichte Weite	58
b) Entfernung zwischen a und Oelgefäß	5,5
c) Entfernung des Bodens von a vom oberen Rande des Messingmantels .	50

Die im Laufe der letzten fünf Jahre ausgeführten Prüfungen von 20 Penskyschen Apparaten im Auftrage der Firma Sommer & Runge, Berlin ergaben bei sonstiger vorschriftsmäßiger Beschaffenheit die folgenden Werthe für die Hauptabmessungen, denen die entsprechenden Zahlen der Vergleichsapparate der Versuchsanstalt gegenüber gestellt sind.

Tabelle 2. **Vergleichungen der Hauptabmessungen von 20 Flammpunktsprobern mit den Apparaten der Anstalt.**

Apparate V = Versuchsanstalt P = zur Prüfung eingereichte	Abmessungen des Oelbehälters, der Eintauchtiefe der Zündvorrichtung und des Thermometers mm				
	Lichter Durchmesser des Gefäßes	Höhe des Gefäßes	Höhe der Auffüllmarke vom Boden	Entfernung der Mitte der Thermometerkugel vom Gefäßboden	Entfernung der Unterkante der Zündöffnung von der Unterseite der unteren Deckelplatte bei größter Eintauchtiefe der Zündflamme
V I	52	55	33,0	21	1,0
V 145	51,7	56,0	34,0	21,0	1,5
P	20 Apparate 51,1—52,0	20 Apparate 55,5—56,8	19 Apparate 33,0—35,5 1 Apparat 37,7[1])	19 Apparate 16,1—20,0 1 Apparat 15,5	18 Apparate 1,2—1,8 2 Apparate 1,9—2,0

Bei sämmtlichen zur Prüfung eingereichten Apparaten ergaben die vergleichenden Flammpunktsbestimmungen bis auf einen Apparat (s. Fußnote) von zu hoher Auffüllhöhe vollständige Uebereinstimmung mit den Apparaten der Versuchsanstalt, nämlich höchste Abweichung der Einzel-Bestimmungen bei verschieden hoch entflammbaren Oelen 2°, der Mittelwerthe 1 C°. Selbstverständlich dürfen zu solchen Vergleichsversuchen nur reine hochsiedende Mineralöle von Flammpunkten 120—300° oder andere organische Stoffe, welche, ohne erhebliche Zersetzungen zu erleiden, entflammbare Dämpfe abgeben. Fette Oele, welche bei starkem Erhitzen, z. B. in der Höhe ihres Flammpunktes, sich stark zersetzen und bei Wiederholungsversuchen deshalb sehr unregelmäßige Flammpunkte (Unterschiede der Einzelversuche bis 20° und darüber) geben, sind sowohl in reinem Zustande als auch in Mischung mit Mineralölen für solche Vergleichungen nicht verwendbar.

Nach vorstehenden Ergebnissen können folgende Normalabmessungen und Fehlerquellen den Prüfungen zu Grunde gelegt werden:

Tabelle 3. **Normalabmessungen und zulässige Fehlerquellen.**

	Abmessungen des Oelbehälters, der Eintauchtiefe der Zündvorrichtung und des Thermometers mm				
	Lichter Durchmesser des Gefäßes	Höhe des Gefäßes	Höhe der Auffüllmarke vom Boden	Entfernung der Mitte der Thermometerkugel vom Gefäßboden	Entfernung der Unterkante der Zündöffnung von der Unterseite der unteren Deckelplatte bei größter Eintauchtiefe der Zündflamme
Normalabmessungen	52,0	56,0	34,0	21	1,5
Zulässige Fehlergrenzen	±1,0	±1,0	±1,5	±5,5	±0,5

Die Nachprüfung der Hauptmaße wird mittelst Normalleere vorgenommen, die der Anstaltsmechaniker angefertigt hat.

[1]) Dieser Apparat ergab bei Auffüllung bis zu 37,7 mm Höhe für verschiedene Oele durchweg zu niedrige (um 1—3°) Flammpunkte gegenüber den Apparaten der Versuchsanstalt. Bei normaler Auffüllung betrugen die Unterschiede in den Flammpunkten 0—1,5°. Deshalb wurde dem Einsender des Apparates, um auch gleichzeitig dem Ueberkriechen der Oele bei sehr starker Erhitzung zu begegnen, die Tieferlegung der Auffüllmarke anheimgestellt.

Die zu den Apparaten gehörigen Thermometer sind zur Vereinfachung der Ablesungen so anzufertigen, daß sie ohne Berücksichtigung der Temperatur des herausragenden Queckſilberfadens thunlichſt die richtigen Wärmegrade des Oelbades anzeigen, d. h. sie sind bei der Prüfung bezw. Einstellung der Skala nur bis zur Hülse in das Wärmebad einzutauchen. Die Prüfungsbescheinigungen der Reichsanstalt für diese Thermometer enthalten dementsprechend die Bemerkung, daß die Instrumente bei der Prüfung bis zur Hülse in das Bad, dessen Temperatur bestimmt wird, eintauchen und daß der herausragende Theil des Queckſilberfadens einen mittleren Wärmegrad von etwa 50 C° besitzt.

---

9. Normalpapiere.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

In Heft 2 der „Mittheilungen" 1900 wurden statistische Uebersichten über die im Jahre 1899 seitens der Behörden verlangten und die ihnen gelieferten Papiere gegeben.

Unter Hinweis auf die dort gemachten Angaben soll im Nachfolgenden das Ergebniß der Zusammenstellungen für das Jahr 1900 mitgetheilt werden.

Zusammenstellung der Eigenschaften der im Jahre 1900 im Auftrage von Behörden vollständig untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	0 Papiere	= 0 %	Zusammen 140 Papiere = 16,2 %
B.	„ „ Stoffklasse	1 Papier	= 0,1 „	
C.	„ „ Festigkeitsklasse	139 Papiere	= 16,1 „	

II. Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . . 538 Papiere = 62,5 %

Zusammen 678 Papiere = 78,7 %

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoffklasse	6 Papiere	= 0,7 %	Zusammen 184 Papiere = 21,3 %
B.	„ „ Festigkeitsklasse	170 „	= 19,7 „	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	8 „	= 0,9 „	

Im Ganzen sind also im Jahre 1900 im Auftrage von Behörden 862 Papiere vollständig untersucht worden, von denen, wie vorstehende Zusammenstellung ergiebt,

140 Papiere = 16,2 % besser geliefert wurden als verlangt,
538 „ = 62,5 „ geliefert wurden wie verlangt und
184 „ = 21,3 „ schlechter geliefert wurden als verlangt.

Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 678 Papiere = 78,7 %.

Zusammenstellung der im Jahre 1900 bei Behördenlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
						A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.					
1	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	1
2	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	1
3	3a	II	3	II	5	—	—	475	0,2	3 „ 5	3
4	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	4
5	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	5
6	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
7	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
8	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	5
9	2a	I	2	I	3	—	—	—	—	5 „ 6	6
10	2a	I	2	I	4	—	—	—	—	4 „ 6	6
11	2a	I	2	I	4	—	—	—	—	4 „ 6	6
12	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,1	—	6
13	2b	I	3	I	5	—	—	—	—	3 statt 5	6
14	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
15	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
16	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
17	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	6
18	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	6
19	2a	I	2	I	3	—	—	450	—	—	9
20	2b	I	3	I	4	—	—	50	—	—	9
21	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	9
22	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	12
23	3a	II	3	II	4	—	—	250	—	—	13
24	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	13
25	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	13
26	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	13
27	1	I	1	I	2	—	—	475	—	—	14
28	2a	I	2	I	3	—	—	550	—	—	14
29	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	14
30	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
31	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
32	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
33	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	14
34	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	14
35	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	15
36	3a	II	3	II	4	—	—	25	—	4 „ 5	16
37	2b	I	3	I	5	—	—	—	0,5	3 „ 5	17
38	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	17
39	3a	II	3	II	5	—	—	125	—	3 „ 5	18
40	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	18
41	2a	I	2	I	3	—	—	—	0,6	—	22
42	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	23
43	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	23
44	4a	III	*	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	23
45	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	24
46	3a	II	3	II	5	—	—	—	0,2	3 „ 5	26
47	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	26
48	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	26
49	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	26

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	Eigenschaften verlangte Festigkeitsklasse	Eigenschaften vorhandene Stoffklasse	Eigenschaften vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
50	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	27
51	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	29
52	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	29
53	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	29
54	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	29
55	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	29
56	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	29
57	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	31
58	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	31
59	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	31
60	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	31
61	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	31
62	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	33
63	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	33
64	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	33
65	3a	II	3	II	4	—	—	125	—	4 „ 5	39
66	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	39
67	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	39
68	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	39
69	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	40
70	3a	II	3	II	4	—	—	25	—	4 „ 5	40
71	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	41
72	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	41
73	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	41
74	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
75	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
76	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
77	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
78	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
79	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
80	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
81	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
82	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
83	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
84	4a	III	*	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	41
85	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	41
86	2b	I	3	I	6	—	—	—	—	2 „ 5	42
87	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
88	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	42
89	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
90	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
91	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	42
92	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	42
93	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	42
94	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	42
95	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	42
96	4b	III	4	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	42
97	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	42
98	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	43
99	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	43
100	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	43
101	3a	II	3	II	5	—	—	—	—	3 „ 5	43
102	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	43
103	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,3	4 „ 5	43
104	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	43

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	Eigenschaften verlangte Festigkeitsklasse	Eigenschaften vorhandene Stoffklasse	Eigenschaften vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
105	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	43
106	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
107	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	43
108	2b	I	3	I	4	—	—	—	—	4 „ 5	44
109	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	44
110	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	44
111	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	44
112	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	44
113	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	44
114	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	44
115	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
116	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
117	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
118	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	44
119	3a	II	3	II	4	—	—	25	—	4 „ 5	50
120	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	50
121	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	50
122	3a	II	3	II	4	—	—	200	—	—	50
123	3a	II	3	II	4	—	—	25	—	—	50
124	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 statt 5	50
125	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	55
126	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	55
127	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	56
128	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	56
129	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	56
130	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	56
131	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
132	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
133	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
134	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
135	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	59
136	3a	II	3	II	4	—	—	—	—	4 „ 5	61
137	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
138	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
139	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	61
140	—	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
141	—	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
142	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,2	1 „ 3	†
143	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,2	1 „ 3	†
144	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,1	1 „ 3	†
145	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,2	1 „ 3	†
146	—	IV	5	IV	6	—	—	—	—	1 „ 3	†
147	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
148	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
149	6	IV	5	IV	6	—	—	—	—	1 „ 3	†
150	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
151	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
152	—	II	3	II	5	—	—	1200	—	—	†
153	—	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 statt 3	†
154	—	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
155	—	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
156	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
157	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.

† Papiere ohne Wasserzeichen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	Eigenschaften verlangte Festigkeitsklasse	Eigenschaften vorhandene Stoffklasse	Eigenschaften vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
158	—	IV	4	IV	5	—	—	—	—	3 statt 4	†
159	—	IV	4	IV	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
160	—	IV	4	IV	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
161	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,2	1 „ 3	†
162	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,3	1 „ 3	†
163	—	IV	5	IV	*	—	—	—	0,6	1 „ 3	†
164	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,3	2 „ 3	†
165	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,5	1 „ 3	†
166	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,4	1 „ 3	†
167	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,3	1 „ 3	†
168	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,2	2 „ 3	†
169	—	IV	5	IV	6	—	—	—	0,4	2 „ 3	†
170	6	IV	5	IV	6	—	—	—	—	2 „ 3	†
						B. Bezüglich der Stoffklasse.					
1	3a	II	3	III	3	—	1,0	—	—	—	3
2	4b	III	4	IV	4	—	0,5	—	—	—	4
3	3a	II	3	III	3	—	1,0	—	—	—	12
4	3a	II	3	III	3	Enthält etwa 35% Holzcellulose	—	—	—	—	21
5	—	II	3	III	3	„ „ 40% Holz- und Strohcellulose	4,0	—	—	—	†
6	7a	I	2500 m 3,5%	II	2875 m 6,0%	„ „ 15% Holzcellulose	—	—	—	—	†
						C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse.					
1	3b	II	4	III	5	Enthält etwa 35% Holzcellulose	—	—	—	3 statt 4	39
2	3a	II	3	III	5	„ „ 35% Holz- und Strohcellulose	—	—	—	3 „ 5	41
3	4a	III	*	IV	6	—	1,0	100	0,6	3 „ 4	43
4	3b	II	4	III	5	„ „ 75% Holz- und Strohcellulose	1,0	—	—	3 „ 4	50
5	3b	III	4	IV	5	—	2,0	—	—	2 „ 4	†
6	—	II	3	IV	4	Besteht aus Holzcellulose und Holzschliff	—	—	0,2	—	†
7	3a	II	3	III	6	Enthält etwa 75% Stroh- und Holzcellulose	7,0	800	0,2	2 statt 5	†
8	5a	II	3	III	4	Besteht aus Holzcellulose	—	—	—	4 „ 5	†

* Geringer als 6.
† Papiere ohne Wasserzeichen.

Gegenüberstellung der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1889—1900 im Auftrage von Behörden vollständig untersuchten Papiere.

Lfde. Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt: bezüglich der Stoff- u. Festigkeitsklasse %	bezüglich der Stoffklasse %	bezüglich der Festigkeitsklasse %	Schlechter geliefert als verl.: bezüglich der Stoffklasse %	bezüglich der Festigkeitsklasse %	bezüglich der Stoff- u. Festigkeitsklasse %	Insgesammt: besser geliefert als verlangt %	geliefert wie verlangt %	schlechter geliefert als verlangt %	Den Bedingungen genügten %	genügten nicht %
1	1889	266	1,9	3,8	4,1	15,4	24,8	8,3	9,8	41,7	48,5	51,5	48,5
2	1890	453	1,7	6,0	9,5	17,0	19,0	7,1	17,2	39,7	43,1	56,9	43,1
3	1891	440	3,9	4,5	10,0	13,9	15,4	7,5	18,4	44,8	36,8	63,2	36,8
4	1892	359	0,8	4,5	18,9	5,6	19,8	3,0	19,2	52,4	28,4	71,6	28,4
5	1893	438	0,2	0,9	23,7	4,6	8,0	2,5	24,8	60,1	15,1	84,9	15,1
6	1894	436	—	0,2	17,6	3,7	7,6	0,7	17,8	70,2	12,0	88,0	12,0
7	1895	409	—	—	15,4	5,9	11,7	2,0	15,4	65,0	19,6	80,4	19,6
8	1896	729	0,3	0,1	12,5	2,6	15,1	1,5	12,9	67,9	19,2	80,8	19,2
9	1897	666	0,1	1,2	11,6	1,6	16,7	0,6	12,9	68,2	18,9	81,1	18,9
10	1898	622	0,2	—	11,4	2,3	19,1	1,1	11,6	65,9	22,5	77,5	22,5
11	1899	746	0,1	0,1	14,4	1,5	21,6	0,8	14,6	61,5	23,9	76,1	23,9
12	1900	862	—	0,1	16,1	0,7	19,7	0,9	16,2	62,5	21,3	78,7	21,3

Das Verhältniß der vorschriftsmäßig gelieferten Papiere zu den nicht ausreichenden hat sich also gegen das Vorjahr wieder etwas gebessert.

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich also theilweise um eine zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 25 m, Maximum 1200 m), theils um eine zu geringe Dehnung (Minimum 0,1 %, Maximum 0,6 %), und vorzugsweise um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum 1 Stufe, Maximum 3 Stufen). In 21 Fällen ist gegen zwei dieser 3 Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen, in einem Falle gegen alle drei.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich theils um einen zu hohen Aschengehalt (Minimum der Ueberschreitung 0,5 %, Maximum 4,0 %), einmal um einen Gehalt an Cellulose bei einem Papier der Stoffklasse I (etwa 15 %) und theils um einen zu hohen Gehalt an Cellulose bei Papieren der Stoffklasse II (Ueberschreitung etwa 10—15%).

Bei acht Papieren wurde gegen Stoff- und Festigkeitsklasse zugleich verstoßen.

Im Allgemeinen sind die Verstöße nicht besonders schwer, doch kommen immer noch Fälle vor wie z. B. die unter A 86 und C 7 aufgeführten, in denen der Widerstand gegen Zerknittern um drei Stufen hinter dem verlangten Grad zurückbleibt. Es ist schon wiederholt darauf hingewiesen worden, daß solche Verstöße nicht erst in der Versuchsanstalt festgestellt werden sollten. Gegen die Stoffzusammensetzung sind, wie die Zusammenstellung zeigt, vereinzelte recht grobe Verstöße vorgekommen. (Vergl. C 4, 6 und 8).

Von der Firma 6 mußten im Jahre 1899 40 von 95 geprüften Papieren wegen zu geringen Widerstandes gegen Zerknittern beanstandet werden, obgleich in den vorhergehenden Jahren fast sämmtliche Papiere genügt hatten. Die näheren Umstände, welche wohl den geringeren Widerstand veranlaßt haben, sind in der Zusammenstellung des Jahres 1899, Heft 2 der „Mittheilungen", besprochen worden. Im Jahre 1900 wurden nur noch 10 Papiere dieser Firma von 87 geprüften wegen zu geringen Widerstandes beanstandet; die Umstände, welche früher die ungünstigen Ergebnisse bedingten, scheinen also beseitigt zu sein.

Das Verhältniß der genügenden zu den nicht genügenden Privatlieferungen hat sich, soweit der Versuchsanstalt die der Lieferung zu Grunde gelegten Bedingungen bekannt geworden sind, im Jahre 1900 gegen das Vorjahr wieder etwas verschlechtert.

Zusammenstellung der Eigenschaften der im Jahre 1900 im Auftrage von Privaten vollständig untersuchten Papiere.

I. Papiere, welche besser geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	0 Papiere	= 0 %	Zusammen 13 Papiere = 18,1 %
B.	„ „ Stoffklasse	0 „	= 0 %	
C.	„ „ Festigkeitsklasse	13 „	= 18,1 %	
II.	Papiere, welche geliefert wurden wie verlangt . . .		42 Papiere = 58,3 %	
		Zusammen	55 Papiere = 76,4 %	

III. Papiere, welche schlechter geliefert wurden als verlangt.

A.	Bezüglich der Stoffklasse	2 Papiere	= 2,8 %	Zusammen 17 Papiere = 23,6 %
B.	„ „ Festigkeitsklasse	14 „	= 19,4 %	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	1 Papier	= 1,4 %	

Im Ganzen sind also im Jahre 1900 im Auftrage von Privaten 72 Papiere vollständig untersucht worden, von denen Lieferungsbedingungen bekannt waren; von diesen wurden

13 Papiere = 18,1 % besser geliefert als verlangt,
42 „ = 58,3 „ geliefert wie verlangt,
17 „ = 23,6 „ schlechter geliefert als verlangt.

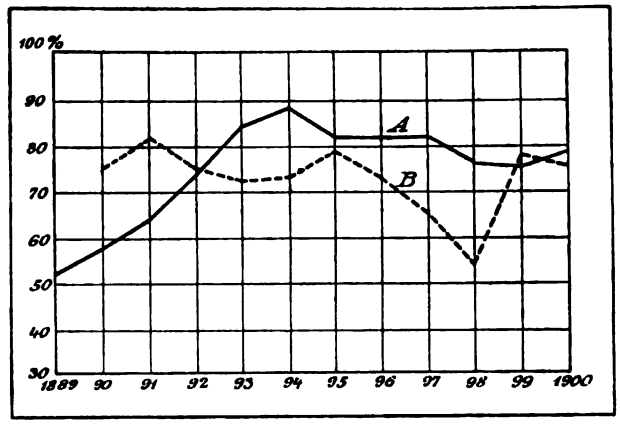
Den vorgeschriebenen Lieferungsbedingungen entsprachen also 55 Papiere = 76,4 %.

Stellt man die Ergebnisse aus den Jahren 1890—1900 gegenüber, so ergiebt sich folgende Uebersicht.

Gegenüberstellung
der geforderten und vorhandenen Eigenschaften der in den Jahren 1890—1900 im Auftrage von Privatleuten untersuchten Papiere.

Lfd. Nr.	Jahr	Anzahl der geprüften Papiere	Besser geliefert als verlangt			Geliefert wie verlangt	Schlechter geliefert als verlangt			Den Bedingungen	
			bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse		bezüglich der Stoffklasse	bezüglich der Festigkeitsklasse	bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	genügten	genügten nicht
			%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	1890	66	—	1,5	19,7	53,0	7,6	16,7	1,5	74,2	25,8
2	1891	96	1,0	1,0	22,9	56,3	2,1	15,6	1,0	81,3	18,7
3	1892	236	0,8	3,4	14,4	55,5	5,1	17,8	3,0	74,1	25,9
4	1893	146	—	—	23,3	48,6	4,1	22,6	1,4	71,9	28,1
5	1894	81	—	—	9,9	63,0	1,2	25,9	—	72,9	27,1
6	1895	65	—	—	23,1	55,4	9,2	12,3	—	78,5	21,5
7	1896	73	—	—	13,7	58,9	8,2	17,8	1,4	72,6	27,4
8	1897	110	—	—	6,4	59,1	1,8	30,9	1,8	65,5	34,5
9	1898	73	—	—	1,4	53,4	1,4	35,6	8,2	54,8	45,2
10	1899	102	—	—	11,8	66,6	2,0	19,6	—	78,4	21,6
11	1900	72	—	—	18,1	58,3	2,8	19,4	1,4	76,4	23,6

Die nachstehenden Schaulinien geben ein übersichtliches Gesammtbild über das Gesagte.



Erfüllung der Lieferungsbedingungen für Normalpapiere in den Jahren 1889—1899.

A Behördenlieferungen. B Privatlieferungen.

Die Art der Verstöße bei Privatlieferungen ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich.

Zusammenstellung der im Jahre 1900 bei Privatlieferungen festgestellten Verstöße gegen die Lieferungsbedingungen.

Laufende Nr.	Verwendungsklasse	Eigenschaften verlangte Stoffklasse	verlangte Festigkeitsklasse	vorhandene Stoffklasse	vorhandene Festigkeitsklasse	Abweichung bezüglich des Stoffgehaltes	Aschengehalt zu groß um %	Reißlänge zu klein um m	Dehnung zu klein um %	Widerstand gegen Zerknittern	Firma Nr.
A. Bezüglich der Festigkeitsklasse.											
1	3a	II	3	II	4	—	—	—	0,2	4 statt 5	17
2	3b	II	4	II	6	—	—	—	—	2 „ 4	17
3	2a	I	2	I	3	—	—	25	—	—	39
4	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 statt 4	39
5	3b	II	4	II	6	—	—	—	0,2	2 „ 4	43
6	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	55
7	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	55
8	4a	III	*	III	6	—	—	200	0,7	1 „ 4	56
9	3b	II	4	II	5	—	—	—	—	3 „ 4	60
10	4b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	60
11	4a	III	*	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	62
12	4a	III	*	III	6	—	—	—	—	2 „ 4	65
13	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
14	8b	III	4	III	5	—	—	—	—	3 „ 4	†
B. Bezüglich der Stoffklasse.											
1	3a	II	3	III	3	—	1,0	—	—	—	61
2	3b	II	4	III	4	—	1,0	—	—	—	61
C. Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse.											
1	—	II	3	III	4	Enthält etwa 35% Jute- und Holzcellulose	—	300	—	—	†

* Reißlänge = 3500 m, Dehnung = 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern = 4.
† Papiere ohne Wasserzeichen.

Bei den Verstößen gegen die Festigkeit handelt es sich also theils um eine zu geringe Reißlänge (Minimum der Abweichung 25 m, Maximum 200 m), theils um eine zu geringe Dehnung (Minimum 0,2 %, Maximum 0,7 %), theils um einen zu geringen Widerstand gegen Zerknittern (Minimum 1 Stufe, Maximum 3 Stufen). In zwei Fällen ist gegen zwei dieser drei Festigkeitseigenschaften gleichzeitig verstoßen, in einem Falle gegen alle drei.

Bei den Verstößen gegen die Stoffklasse handelt es sich in beiden Fällen um einen zu hohen Aschengehalt.

Ein Papier verstieß gleichzeitig gegen die Bedingungen der Stoff- und Festigkeitsklasse.

Im Jahre 1900 wurden 1109 Wasserzeichenpapiere untersucht und zwar 853 auf alle für Normalpapiere vorgeschriebenen Eigenschaften und 256, bei denen nur einzelne Eigenschaften ermittelt wurden. Die mit den ersterwähnten 853 Papieren gemachten Erfahrungen sind nachstehend zusammengestellt.

Zusammenstellung der Eigenschaften der im Jahre 1900 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere.

I. Papiere, bei welchen bessere Eigenschaften erreicht wurden als das Wasserzeichen gewährleistete.

A.	Bezüglich der Stoff- und Festigkeitsklasse	0 Papiere = 0 %	Zusammen 145 Papiere = 17,0 %
B.	„ „ Stoffklasse	1 Papier = 0,1 %	
C.	„ „ Festigkeitsklasse . . .	144 Papiere = 16,9 %	

II. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften vorhanden waren . . . 547 Papiere = 64,1 %

Zusammen 692 Papiere = 81,1 %

III. Papiere, bei welchen die durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften nicht vorhanden waren.

A.	Bezüglich der Stoffklasse	6 Papiere = 0,7 %	Zusammen 161 Papiere = 18,9 %
B.	„ „ Festigkeitsklasse . . .	151 „ = 17,7 %	
C.	„ „ Stoff- und Festigkeitsklasse	4 „ = 0,5 %	

Im Ganzen genügten also im Jahre 1900 692 Papiere = 81,1 % den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften. Unter diesen 692 Papieren befanden sich 74 = 9 %, welche dem Wasserzeichen nur mit Rücksicht auf § 4 der „Vorschriften für die Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken" entsprachen; nach diesem Paragraphen dürfen bekanntlich die mit einem vorschriftsmäßigen Wasserzeichen versehenen Papiere in ihrer Reißlänge und Dehnung um höchstens 10 % nach unten hin von den verlangten Werthen abweichen.

Von den oben erwähnten 256 Papieren, bei denen nur einzelne Eigenschaften festzustellen waren, wurden:

1. 2 Papiere auf Aschengehalt, Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern,
2. 51 „ „ Reißlänge, Dehnung und Widerstand gegen Zerknittern,
3. 9 „ „ Reißlänge und Dehnung,
4. 191 „ „ Widerstand gegen Zerknittern,
5. 1 Papier auf Aschengehalt,
6. 1 „ „ Leimfestigkeit,
7. 1 „ „ Stoffzusammensetzung geprüft.

Von den Papieren zu 1 genügten 2 und 0 genügten nicht.
„ „ „ „ 2 „ 41 „ 10 „ „
„ „ „ „ 3 „ 4 „ 5 „ „
„ „ „ „ 4 „ 176 „ 15 „ „

Die unter 5, 6 u. 7 aufgeführten Papiere genügten.

Vergleicht man die in den Jahren 1892—1900 bei der vollständigen Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen, so ergiebt sich folgende Uebersicht.

Uebersicht über die in den Jahren 1892—1900 bei der vollständigen Untersuchung von Wasserzeichenpapieren gemachten Erfahrungen.

Jahr	Anzahl der Papiere	Besser als im Wasserzeichen gewährleistet %	Wie im Wasserzeichen gewährleistet %	Schlechter als im Wasserzeichen gewährleistet %	Dem Wasserzeichen entsprachen %	Dem Wasserzeichen entsprachen nicht %
1892	187	19,8	67,4	12,8	87,2	12,8
1893	497	23,9	61,0	15,1	84,9	15,1
1894	458	16,6	71,6	11,8	88,2	11,8
1895	437	17,4	64,3	18,3	81,7	18,3
1896	763	11,8	68,8	19,4	80,6	19,4
1897	687	12,4	68,3	19,3	80,7	19,3
1898	622	11,4	67,7	20,9	79,1	20,9
1899	806	14,8	62,9	22,3	77,7	22,3
1900	853	17,0	64,1	18,9	81,1	18,9

Das Verhältniß der dem Wasserzeichen entsprechenden Papiere zu den nicht ausreichenden hat sich also im Jahre 1900 etwas gebessert.

In nachfolgender Tabelle (Seite 276) sind die 853 im Jahre 1900 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach den Verwendungsklassen 1—4b und nach den Firmen, von denen sie erzeugt sind, geordnet. Die hier angemeldeten Firmen wurden für die statistischen Berichte in einer beliebigen Reihenfolge in eine Liste eingetragen und mit laufenden Nummern versehen. Es wird ausdrücklich bemerkt, daß diese Nummern mit den Nummern der Wasserzeichenanmeldung der verschiedenen Fabriken nicht übereinstimmen.

Die Tabelle zeigt zunächst, daß die untersuchten 853 Papiere von 51 verschiedenen Fabriken herrühren; von 29 Fabriken, die außer den 51 ihr Wasserzeichen bei der Versuchsanstalt angemeldet hatten, gelangten keine Papiere zur Untersuchung.

Die Sicherheit der einzelnen Fabriken in der Herstellung von Papieren mit bestimmten Eigenschaften ist, wie die Tabelle zeigt, recht verschieden; man muß hierbei naturgemäß diejenigen Firmen außer Betracht lassen, welche nur mit einem oder nur mit einer geringen Anzahl von Papieren vertreten sind. Vergleicht man nur die Firmen, von denen mehr als 10 Papiere geprüft sind, so genügten z. B. bei der Firma 41 nur 50% den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften, bei den übrigen Firmen findet sich dann eine Steigerung des Prozentsatzes an genügenden Papieren und bei den Firmen 8, 20 und 35 genügten sämmtliche Papiere den gewährleisteten Eigenschaften.

Ein Vergleich derjenigen Firmen mit mehr als zehn Papieren, deren Papiere in den Jahren 1893—1900 sämmtlich genügten, ergiebt Folgendes:

Im Jahre	1893	genügten	durchweg	die	Papiere	der	Firmen	5, 8, 14, 15, 29, 35
„ „	1894	„	„	„	„	„	„	5, 6, 14, 23, 35, 43
„ „	1895	„	„	„	„	„	„	8, 15, 35, 42
„ „	1896	„	„	„	„	„	„	8, 15, 33, 35
„ „	1897	„	„	„	„	„	„	8, 20, 35, 42
„ „	1898	„	„	„	„	„	„	8, 15, 35
„ „	1899	„	„	„	„	„	„	15, 20
„ „	1900	„	„	„	„	„	„	8, 20, 35.

Durch die Anzahl der im Jahre 1900 untersuchten Papiere fallen besonders die

Firmen 6 mit 85 Papieren
„ 14 „ 71 „
„ 15 „ 74 „
„ 44 „ 65 „ auf.

Die 853 im Jahre 1900 vollständig untersuchten Wasserzeichenpapiere nach Firmen und Verwendungsklassen geordnet.

Firma Nr.	Angahl der untersuchten Papiere	Den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften genügten %	Den durch das Wasserzeichen gewährleisteten Eigenschaften genügten nicht %	Innerhalb des Spielraumes von 10 % lagen %	Von den Papieren der Verwendungsklasse 1 genügten ohne 10 % Spielraum	1 genügten nur mit 10 % Spielraum	1 genügten nicht	2a genügten ohne 10 % Spielraum	2a genügten nur mit 10 % Spielraum	2a genügten nicht	2b genügten ohne 10 % Spielraum	2b genügten nur mit 10 % Spielraum	2b genügten nicht	3a genügten ohne 10 % Spielraum	3a genügten nur mit 10 % Spielraum	3a genügten nicht	3b genügten ohne 10 % Spielraum	3b genügten nur mit 10 % Spielraum	3b genügten nicht	4a genügten ohne 10 % Spielraum	4a genügten nur mit 10 % Spielraum	4a genügten nicht	4b genügten ohne 10 % Spielraum	4b genügten nur mit 10 % Spielraum	4b genügten nicht
1	30	93	7	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1	2	4	—	—	8	1	—	8	1	—
3	4	50	50	25	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	24	92	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	1	9	—	—	2	—	—	6	—	1
5	11	64	36	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	2	—	2	1	—	—	2	—	1
6	85	88	12	2	1	—	—	7	2	4	7	—	1	33	—	4	17	—	—	6	—	1	2	—	—
8	17	100	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—	4	—	—	6	—	—	1	—	—	2	—	—
9	9	67	33	22	—	—	—	—	2	1	2	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
10	7	100	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	2	1	—
12	16	88	12	6	—	—	—	1	1	—	2	—	—	5	—	2	3	—	—	2	—	—	—	—	—
13	7	43	57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	2
14	71	89	11	24	—	—	1	3	5	1	3	—	1	21	9	4	13	—	—	1	1	1	5	1	—
15	74	99	1	4	—	—	—	7	2	—	5	—	—	26	—	—	9	—	—	10	1	1	13	—	—
16	6	83	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	2	—	—	1	—	—	—	—	—
17	14	71	29	7	—	—	—	—	—	—	3	—	2	1	1	1	2	—	1	1	—	—	2	—	—
18	8	75	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—	1	3	—	—
20	21	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	5	—	—	5	—	—	6	—	—
21	2	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	2	50	50	50	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	56	95	5	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	20	—	2	15	—	—	4	—	1	12	—	—
24	2	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
26	14	71	29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	3	—	—	—	8	—	—
27	5	80	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	2	—	—	1	—	—
29	26	77	23	8	—	—	—	—	1	—	—	—	—	7	1	1	6	—	—	3	—	1	2	—	4
31	14	64	36	14	—	2	—	2	—	—	1	—	1	3	—	4	—	—	—	1	—	—	—	—	—
32	3	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—
33	10	70	30	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	1	—	—	—	3	1	—	—	—	—	—
35	11	100	—	—	—	—	—	4	—	—	5	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	3	100	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	2	100	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39	16	56	44	38	—	—	—	—	4	1	1	—	—	—	—	1	2	—	4	—	—	—	—	2	1
40	2	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
41	32	50	50	6	—	—	—	3	1	—	2	—	—	7	—	4	1	—	8	1	1	3	—	—	1
42	28	57	43	21	—	2	—	—	1	—	—	—	1	7	1	5	3	—	2	—	2	1	—	—	3
43	49	76	24	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	8	10	—	3	12	2	1	8	—	—
44	65	83	17	8	—	—	—	6	—	—	10	—	1	14	1	6	6	—	2	7	3	2	6	1	—
46	4	100	—	25	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	4	100	—	50	—	—	—	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	18	61	39	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	6	2	—	1	1	—	—	3	—	—
51	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
52	9	100	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	1	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
55	7	43	57	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	1	—	3
56	8	38	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	1	—	1	—	—	2	1	—	—
59	12	58	42	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	1	3	—	4
60	3	33	67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
61	26	77	23	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	2	5	—	2	4	1	—	4	1	2
62	4	75	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	1	—	—
64	7	100	—	14	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—
65	1	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
66	1	100	—	100	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68	1	100	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	853	81	19	9	4	8	1	42	22	8	48	—	8	201	22	65	181	—	37	88	15	18	104	7	24

Zusammenstellung der in den Jahren 1893—1900 untersuchten Wasserzeichenpapiere, geordnet nach Firmen und Jahren.

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere								Gesammtzahl 1893—1900	Es erfüllten die Vorschriften							
	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900		1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %	1899 %	1900 %
1	14	15	19	38	20	7	18	30	161	50	67	53	32	40	57	94	93
2	12	15	—	—	—	—	1	—	28	50	20	—	—	—	—	100	—
3	2	4	—	2	3	3	3	4	21	50	100	—	100	67	33	33	50
4	15	21	16	36	29	24	21	24	186	93	86	69	64	86	75	76	92
5	18	11	19	24	18	14	23	11	133	100	100	68	87	83	71	74	64
6	35	33	32	59	67	52	95	85	458	97	100	91	92	84	90	58	88
7	5	1	1	2	3	2	2	—	16	80	100	100	0	67	50	100	—
8	12	18	18	21	15	21	15	17	137	100	83	100	100	100	100	93	100
9	7	12	5	9	10	10	11	9	73	100	83	100	78	70	80	64	67
10	4	8	7	14	7	4	1	7	52	75	100	100	86	86	100	100	100
11	1	—	—	—	—	—	—	—	1	100	—	—	—	—	—	—	—
12	6	7	10	7	10	15	17	16	88	83	86	40	57	90	93	76	88
13	1	—	3	2	2	3	7	7	25	0	—	33	50	50	0	43	43
14	39	44	52	81	76	58	75	71	496	100	100	85	94	84	83	87	89
15	14	20	29	45	58	31	78	74	349	100	90	100	100	91	100	100	99
16	5	14	4	4	2	3	3	6	41	100	93	75	50	100	100	67	83
17	11	14	11	8	8	11	13	14	90	91	64	73	50	88	73	62	71
18	2	—	3	26	27	8	6	8	80	100	—	67	58	41	62	50	75
19	1	—	—	—	—	—	—	—	1	100	—	—	—	—	—	—	—
20	3	8	10	9	14	19	20	21	104	100	100	90	89	100	95	100	100
21	1	1	—	1	2	1	1	2	9	100	100	—	100	50	100	0	50
22	1	2	—	2	1	1	8	2	17	100	100	—	50	100	100	100	50
23	41	29	37	42	54	49	67	56	375	85	100	92	86	96	90	99	95
24	1	1	1	2	4	—	—	2	11	100	100	100	100	100	—	—	50
25	1	—	1	—	—	—	—	—	2	0	—	0	—	—	—	—	—
26	5	1	5	14	12	23	16	14	90	80	100	100	93	92	61	75	71
27	5	2	1	10	13	4	10	5	50	100	50	100	70	77	100	40	80
28	11	—	1	—	—	—	—	—	12	55	—	0	—	—	—	—	—
29	13	11	9	9	7	14	9	26	98	100	91	100	89	71	57	89	77
30	3	—	—	1	—	—	—	—	4	67	—	—	0	—	—	—	—
31	7	4	4	14	3	6	13	14	65	100	75	100	93	100	83	92	64
32	22	—	1	5	1	1	—	3	33	59	—	0	20	0	0	—	100
33	18	5	1	10	4	6	7	10	61	50	60	100	100	100	100	71	70
34	1	1	1	1	1	—	—	—	5	100	0	100	0	0	—	—	—
35	22	15	14	13	13	11	14	11	113	100	93	100	100	100	100	93	100
36	1	2	3	5	4	4	2	3	24	100	100	67	100	100	100	100	100
37	2	1	—	2	2	7	4	2	20	100	100	—	100	100	86	75	100
38	1	—	—	1	—	—	—	—	2	100	—	—	0	—	—	—	—
39	1	7	7	10	7	7	8	16	63	100	100	43	80	71	71	63	56
40	3	1	10	7	8	1	—	2	32	33	100	80	43	50	100	—	0
41	42	38	29	57	27	41	39	32	305	98	92	72	81	56	63	59	50
42	27	22	11	22	21	23	21	28	175	89	73	100	95	100	91	76	57
43	33	29	31	27	33	38	34	49	274	58	100	74	76	76	74	74	76
44	31	31	16	63	37	47	38	65	328	94	97	88	84	95	70	79	83
45	2	—	—	—	—	—	—	—	2	100	—	—	—	—	—	—	—
46	—	3	1	3	1	2	2	4	16	—	67	100	100	100	100	100	100
47	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	0	—	—	—	—	—	—
48	—	1	2	3	3	—	7	4	20	—	100	100	100	100	—	71	100
49	—	1	—	—	1	1	4	—	7	—	100	—	—	0	100	25	—
50	—	2	1	20	15	8	18	18	82	—	100	0	70	67	63	61	61
51	—	1	1	3	4	1	1	1	12	—	100	100	100	75	100	100	100
52	—	—	2	—	3	1	4	9	19	—	—	100	—	67	100	100	100
53	—	—	2	2	2	1	2	1	10	—	—	50	100	0	100	100	100
54	—	—	4	—	—	2	2	—	8	—	—	75	—	—	100	50	—
55	—	—	1	—	4	2	1	7	15	—	—	0	—	50	0	100	43
56	—	—	1	3	1	—	1	8	14	—	—	100	0	100	—	100	38

Firma Nr.	Anzahl der untersuchten Papiere								Gesammtzahl 1893—1900	Es erfüllten die Vorschriften							
	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900		1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %	1899 %	1900 %
57	—	—	—	1	1	—	—	—	2	—	—	—	100	0	—	—	—
58	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	100	—	—	—	—
59	—	—	—	6	3	4	19	12	44	—	—	—	100	33	75	79	58
60	—	—	—	1	25	—	—	3	29	—	—	—	100	72	—	—	33
61	—	—	—	5	1	24	28	26	84	—	—	—	60	100	50	61	77
62	—	—	—	—	—	6	5	4	15	—	—	—	—	—	67	80	75
63	—	—	—	—	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	100	100	—
64	—	—	—	—	—	—	2	7	9	—	—	—	—	—	—	100	100
65	—	—	—	—	—	—	7	1	8	—	—	—	—	—	—	14	0
66	—	—	—	—	—	—	2	1	3	—	—	—	—	—	—	100	100
68	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	100

In der Tabelle Seite 277 und 278 ist zur Gewinnung eines Gesammtüberblickes über die Leistungen der verschiedenen Fabriken in verschiedenen Jahren die Anzahl der Papiere jeder Fabrik nach Firmennummern und Jahren geordnet eingetragen.

Ordnet man die von 1893—1900 untersuchten Wasserzeichenpapiere nach Verwendungsklassen, so ergiebt sich, daß

1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	Papiere zur Klasse		hiervon	1893 %	1894 %	1895 %	1896 %	1897 %	1898 %	1899 %	1900 %
4	12	2	4	3	3	22	13	1	gehörten;	genügten	100	75	100	100	100	100	91	92
57	69	53	79	62	59	76	72	2a	„	„	93	84	90	89	85	88	88	89
36	34	28	44	33	39	60	56	2b	„	„	94	91	100	98	94	90	72	86
133	108	134	236	222	172	235	288	3a	„	„	86	87	83	83	82	79	74	77
91	101	90	185	126	163	174	168	3b	„	„	78	94	78	74	82	77	77	78
95	70	69	104	112	100	129	121	4a	„	„	76	83	71	73	74	72	79	85
81	64	61	111	129	86	110	135	4b	„	„	90	92	80	81	77	80	79	82

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

ASTOR ... TILD...

Mittheilungen
aus den
Königlichen technischen Versuchsanstalten
zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage
der Königlichen Aufsichts-Kommission.

XVIII. Jahrgang. **1900.** Sechstes Heft.

1. Holzfreie Papiere.

Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg.

Ueber den Umfang des Begriffes „holzfrei" bei Erzeugnissen der Papierindustrie herrschen in den Fachkreisen verschiedene Ansichten; theils wird „holzfrei" als gleichbedeutend mit „holzschlifffrei", theils als übereinstimmend mit „frei von verholzten Fasern" angesehen; im ersten Falle will man also bei „holzfreien Papieren" nur Holzschliff ausschließen, nicht aber andere verholzte Fasern (z. B. rohe Jute), im anderen Falle aber wird nicht nur der Ausschluß von Holzschliff sondern auch der aller anderen verholzten Fasern verlangt.

Beschränkt man sich allein auf die Auslegung des Wortes, so wäre die erste Annahme die richtige; „holzfrei" heißt zunächst nichts weiter als frei von Holz; andere Rohstoffe als Holz kommen also nicht in Frage. Geht man aber zurück auf die Entstehung des Begriffes und auf die Gründe, die zu einer Trennung der Papiere in holzfreie und holzhaltige führten, so kann wohl kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß die zweite Auslegung sachlich die allein berechtigte ist. Nachdem man die schädliche Wirkung der verholzten Fasern im Papier erkannt hatte, namentlich die geringe Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Einfluß des Lichtes, wurden mittlere Schreib- und Druckpapiere, für deren Herstellung vorzugsweise die Zellstoffe aus Holz und Stroh in Frage kommen, „holzfrei" verlangt und hergestellt.

Diese Forderung hat nur dann Sinn, wenn sie den Ausschluß aller verholzten Fasern bedeutet, gleichgiltig von welcher Pflanze sie herrühren; denn die schädliche Wirkung des Holzschliffes rührt von der Holzsubstanz, dem Lignin, her, und diese ist in mehr oder minder großer Menge in allen verholzten Fasern vorhanden.

Als „holzfreie" Papiere können also nur diejenigen Papiere gelten, die ohne jeden Zusatz von verholzten Fasern hergestellt worden sind; zu ihrer Erzeugung dürfen also, was Faserstoffe anbelangt, nur Lumpen und völlig aufgeschlossene Zellstoffe Verwendung finden.

Die in der Generalversammlung des Vereins Deutscher Papierfabrikanten am 13. November 1900 angenommenen „Verkaufsbedingungen" besagen unter Nr. 9:

> „Holzfreie Papiere dürfen je nach Bestellung zwar Bast- und Baumwollfasern, Zellstoff von Holz und Stroh, Esparto u. s. w. aber keinen geschliffenen Holzstoff enthalten; doch soll bei Anwesenheit von Spuren verholzter Fasern das Papier dennoch als holzfrei gelten."

Der Verein Deutscher Papierfabrikanten hat der Versuchsanstalt auf eine Anfrage über die Bedeutung des Wortes „Bast" folgende Erklärung abgegeben:

> „Unter Bast sind Jute, Schilf und ähnliche Stoffe zu verstehen; da bei diesem aber leicht wie beim geschliffenen Holzstoff eine Reaktion auf verholzte Fasern hervortritt, soll diese doch nicht zu Beanstandungen führen, so lange kein geschliffener Holzstoff im Papier ist."

Der Verein schließt also nur eine bestimmte Gruppe verholzter Fasern, den Holzschliff, aus, läßt aber andere z. B. verholzte Jute zu. Diese Stellungnahme wird auf die Dauer nicht aufrecht zu halten sein.

Die Verkaufsbedingungen schließen dann aber trotz erlaubter Verarbeitung gewisser verholzter Rohstoffe solche Papiere aus der Klasse der holzfreien aus, die mehr als Spuren verholzter Fasern enthalten. Es liegt also auch ein Widerspruch in der Bestimmung 9, dessen Beseitigung nothwendig erscheint.

Wenn nun auch der Fabrikant holzfreier Papiere lediglich holzfreie Rohstoffe verarbeitet, so ist doch und zwar wohl in jeder Fabrik die Möglichkeit gegeben, daß das fertige Papier verholzte Fasern und zwar in erster Linie Holzsplitter enthält. Während der Verarbeitung kommen die Rohstoffe vielfach mit Holz in Berührung und hierdurch ist Gelegenheit zu Verunreinigungen mit Holzfasern gegeben.

Derartige Verunreinigungen haben schon oft zu Streitigkeiten zwischen den Fabrikanten und den Abnehmern geführt, und die Versuchsanstalt ist wiederholt zur Schlichtung solcher Streite angerufen worden. Die sich oft widersprechenden Ansichten über die Möglichkeit, Bedeutung und Zulässigkeit von Verunreinigungen haben die Versuchsanstalt zu einer Umfrage bei zahlreichen Fabrikanten und Händlern und bei den Fachvereinen veranlaßt, welche in folgender Frage gipfelte:

> Besteht ein allgemein anerkannter Handelsbrauch darüber, ob und bis zu welchem Grade als holzfrei gehandelte Papiere Holzschliff enthalten dürfen, ohne als holzhaltig angesehen zu werden?

Aus den eingelaufenen Antworten war zu ersehen, welche allgemeine Bedeutung die aufgeworfene Frage besitzt, und es erscheint daher angebracht, den wichtigsten Theil der Aeußerungen den Fachkreisen zugänglich zu machen; die nachstehende Uebersicht giebt, so weit wie angängig gekürzt, über die Ansichten der Befragten Aufschluß.

I. Fabrikanten, welche auch Spuren von Holzschliff in den als „holzfrei" gehandelten Papieren nicht zulassen wollen.

Antwort 1.

> Die immer wiederkehrenden Zweifel darüber, ob und bis zu welchem Grade holzfreie Papiere Beimengungen von Holzschliff enthalten dürfen, lassen erkennen, daß es zu einem festen Handelsbrauch noch nicht gekommen ist. Nach unserer Ansicht muß ein Papier, das als holzfrei angeboten wird, auch wirklich frei von geschliffenem Holz sein und darf nicht einmal Spuren davon enthalten.

Antwort 2.

> Ein Papier, welches als holzfrei gehandelt wird, darf nicht einmal Spuren von Holzschliff enthalten; sind sie vorhanden, so liegt eine Fehlfertigung vor.

Antwort 3.

> Ein Handelsbrauch besteht nicht. Als holzfrei gelieferte Waare darf auf keinen Fall Holzschliff enthalten. Hierbei ist es ganz gleichgültig, ob die Holzfasern von Holzschliff herrühren oder von schlecht gekochter Cellulose.

Antworten 4—5.

Ein Handelsbrauch in der angeregten Frage ist uns nicht bekannt. In holzfreien Papieren dürfen nicht einmal Spuren von Holzschliff vorkommen.

Antwort 6.

Ein Handelsbrauch besteht unseres Wissens nicht. Als holzfrei gehandeltes Papier darf überhaupt keinen Holzschliff enthalten, auch nicht Spuren. Es erscheint unzulässig, einen Prozentgehalt zu bestimmen, bis zu welchem Holzschliff gestattet sein soll.

Wir erzeugen sehr große Mengen holzfreien Druckpapiers, das stets völlig frei auch von Holzschlifffspuren ist. Unsere Papiere werden uns nicht abgenommen, wenn sie auch nur Spuren Holzschliff enthalten.

Antwort 7.

Ein Handelsbrauch ist uns nicht bekannt. Wir können auch den Zweck der Duldung eines gewissen Prozentsatzes an Holzschliff nicht einsehen. Wie sollte eine Grenze dafür festgestellt werden?

Antworten 8—10.

Wir sprechen als Fabrikanten unsere Ansicht dahin aus, daß in einem holzfreien Papier nicht einmal Spuren von Holzschliff vorkommen dürfen.

II. Fabrikanten, welche Spuren von Holzschliff für zulässig halten.

Antwort 11.

Ein Fabrikant, der holzfreies Papier verkauft, ist nach unserer Meinung verpflichtet, auch solches zu liefern. Sollten wirklich einmal Spuren von Holzschliff in das Papier kommen, so dürften höchstens 2—2,5 % durchgehen. Ein höherer Gehalt an Holzschliff wäre nicht als entschuldbar zu bezeichnen.

Antwort 12.

Als holzfreie Papiere betrachten wir solche, denen kein Holzschliff zugesetzt ist. Sind Spuren Holzschliff in dem Papier vorhanden — sie können ohne Schuld und Absicht des Fabrikanten hineinkommen —, so ist ein derartiges Papier noch als holzfrei zu bezeichnen.

Antwort 13.

Es ist Handelsbrauch, Papiere mit Spuren von Holzschliff als holzfrei zu bezeichnen. Uns ist nur einmal der Fall vorgekommen, daß eine Fertigung beanstandet wurde, weil sie Spuren von Holzschliff enthielt. Der Besteller hat die Waare aber nachträglich abgenommen, weil es sich eben nur um Spuren handelte.

Antwort 14.

Ein holzfreies Papier darf keine Beimengungen von Holz enthalten. Immerhin kann es vorkommen, daß nach Anfertigung eines holzhaltigen Papiers trotz größter Vorsicht und Gründlichkeit, beim Waschen der Maschine u. s. w. sich in den Rohrleitungen zurückgebliebene Stoffreste lösen und alsdann beim Anfang der Machung holzfreien Papiers auf derselben Maschine diesem sich zutheilen. Hierdurch können Spuren in dieses Papier gelangen; deswegen dürfte letzteres natürlich nicht beanstandet werden.

Antwort 15.

Ob ein Handelsbrauch besteht, ist mir nicht bekannt, da ich noch nicht holzschlifffhaltige Papiere erzeugt habe. Meine Ansicht geht dahin, daß bei Fabriken, welche holzschlifffhaltige und holzfreie Papiere auf ein und derselben Maschine erzeugen, es selbst bei größter Aufmerksamkeit nicht immer zu vermeiden sein wird, daß ab und zu als holzfrei bezeichnete Papiere Spuren von Holzschliff zeigen. So lange die Beimengung von Holzschliff sich in so geringem Maße zeigt, daß sie sich in Prozenten überhaupt nicht ausdrücken läßt, dürfte auch die Qualität des Papiers und seine Verwendungsfähigkeit sicherlich keine Beeinträchtigung erfahren. Ausgenommen hiervon könnten lediglich solche Papiere für technische Zwecke sein, bei denen bei der Präparirung des Papiers die Holzschlifffasern besonders hervortreten.

Antwort 16.

Papiere, welche Spuren von Holzschliff oder verholzten Fasern enthalten, müssen noch als holzfrei gelten, da es technisch nicht zu vermeiden ist, daß in Holländern, Rohren,

Papiermaschinen oder sonstigen Theilen holzhaltiger Stoff sitzen bleibt, sich gelegentlich ablöst und so in holzfreies Papier gelangt. Dies ist Handelsbrauch und entspricht auch den Verkaufsbedingungen des Vereins Deutscher Papierfabrikanten. Darüber, bis zu welchem Grade holzfreie Papiere Spuren oder Beimengungen von Holzschliff enthalten dürfen, ohne als holzhaltig angesehen zu werden, bestehen unseres Wissens noch keine Bestimmungen.

Antwort 17.

Als holzfrei verkaufte Papiere dürfen keine Beimengungen von Holzschliff enthalten, nur Spuren müssen gestattet sein, da diese lediglich in Zufälligkeiten ihren Ursprung haben. (Abnutzung hölzerner Geräthe, wie Rührscheite u. s. w.)

Antwort 18.

Der Handelsbrauch geht dahin, daß als holzfrei gehandelte Papiere Spuren von Holzschliff enthalten dürfen. Dieses Zugeständniß hat seinen Grund darin, daß bei Fabriken mit gemischter Fabrikation in holzfreiem Papier sich leicht einmal Spuren von Holzschliff zeigen können, ohne daß hier eine Schuld des Fabrikanten vorliegt.

Antworten 19—20.

Papiere, welche Spuren von Holzschliff enthalten, müssen noch als holzfrei gelten.

Antwort 21.

Ein Papier, das Spuren Holzschliff enthält, darf als holzfrei in den Handel kommen, weil in einem solchen Papier der Holzschliff nicht absichtlich zugesetzt ist. Gegen Zufälle, die kleine Mengen Holz in das Papier bringen, kann sich kein Fabrikant sicher schützen. Bis zu welchem Grade Spuren von Holzschliff als zulässig anzusehen sind, muß erst festgestellt werden.

Antwort 22.

Es geht entschieden zu weit, wenn man jedes Papier, das Spuren von Holzschliff enthält, als holzhaltig bezeichnen wollte. Bei der mannigfachen Verwendung, welche das Holz in Gestalt von Geräthen in Papierfabriken findet, ist es ganz unausbleiblich, daß sich einzelne Splitterchen bei Gelegenheit loslösen, mit in den Stoff gehen und mit diesem nach und nach zerkleinert werden. Wieviel Holländer mit hölzernem Boden mögen heutzutage noch in Arbeit stehen und zwar vorzugsweise in den älter eingerichteten Feinpapierfabriken! Die Mittelwände der neueren Holländer sind auch sehr häufig von Holz. Wieviel Mal muß im Halbzeug- und Ganzzeugholländer das hölzerne Rührscheit gebraucht werden, bis der Stoff gänzlich gleichmäßig und fein genug für die Papiermaschine ist! Wieviel hölzerne Gefäße sind im Gebrauch, sei es zum Auflösen, sei es zum Transport des Harzleimes, der schwefelsauren Thonerde, Stärke, des China-clay und des feuchten Halbstoffes selbst! Der Sandfang, welchen der Stoff durchläuft, ehe er auf die Papiermaschine kommt, ist wohl in allen Fabriken aus Holz gebaut. Bei all diesen Verrichtungen, welche der Stoff durchzumachen hat, ist die Möglichkeit vorhanden, daß sich kleine Holzsplitterchen loslösen und den Stoff verunreinigen. Im Laufe der Verarbeitung werden dieselben so fein und weich, daß sie sich auch durch die feinen Schlitze der Knotenfangplatten mit hindurchziehen und in den meisten Fällen dann auch im fertigen Papier mit bloßem Auge garnicht wahrnehmbar sind. Dies kann bei den feinsten Papieren aus reinen Hadern vorkommen.

Soll nun das Papier, wenn zufälligerweise ein solcher Bogen zur Untersuchung gelangt, als holzhaltig bezeichnet werden? Das wäre denn doch zu hart. Ein solcher Fall kann bei einer Fabrik eintreten, welche ausschließlich holzfreie Papiere anfertigt. Kauft aber die Fabrik holzfreie Spähne zur Verarbeitung, so ist die Gefahr, Spuren von Holz im Papier zu finden, bedeutend vergrößert, denn trotz aller Sorgfalt und genauester Sortirung des Altpapiers findet sich leicht ein Stückchen holzhaltiges Papier unter dem holzfreien. Falls nun eine Fabrik abwechselnd holzfreie und holzhaltige Papiere anfertigt, so ist die Möglichkeit, Spuren von Holz in dem Papier zu finden, natürlich noch viel größer. Trotz der größten Gewissenhaftigkeit und der peinlichsten Ueberwachung kommt doch mal holzhaltiges Papier in den sonst holzfreien Stoff und wird damit verarbeitet, oder in dem Winkel eines Holländers oder einer Stoffbütte bleibt etwas holzhaltiger Stoff sitzen, der dann mit in

das holzfreie Papier kommt. Zwischen den Messern der Holländerwalze kann sich holzhaltiger Stoff setzen und gelegentlich bei Anfertigung eines holzfreien Papiers mit los kommen. So sind noch gar viele Möglichkeiten vorhanden, deren Aufzählung zu weit führen würde. Je öfter der Wechsel zwischen holzfreiem und holzhaltigem Papier eintritt, um so leichter wird aus der Möglichkeit der Verunreinigungen eine Wahrscheinlichkeit. Spuren von Holz können also unseres Erachtens in jeder Fabrik vorkommen. Wir möchten also den Vorschlag machen, solche ganz vereinzelten Spuren von Holz bei allen Papieren, auch bei den feineren Sorten, vielleicht von Normal 3a an aufwärts, ungerügt zu lassen und bei den geringeren Sorten, wie Normal 4a und den gewöhnlicheren holzfreien Schreib- und Druckpapieren, einen Gehalt von mindestens 5 % zu gestatten. Dieser Höchstprozentsatz von 5 % Holz im Papier ist unseres Erachtens so gering, daß die Haltbarkeit eines sonst gut gearbeiteten Papiers keinesfalls darunter leidet. Wir wollen noch darauf hinweisen, daß auch durch gebleichte, aber schlecht aufgeschlossene Cellulose Fasern in das Papier kommen können, welche auf Holz reagiren.

III. Händler, welche auch Spuren von Holzschliff nicht für zulässig halten.

Antwort 23.

Meiner Ansicht nach ist kein Papier als holzfrei zu bezeichnen und zu verkaufen, welches auch nur die geringste Spur von Holzschliff birgt. Der Umstand, ob etwa ohne Vorwissen des Fabrikanten Holzschliff darin enthalten ist, vielleicht durch Zutheilung schlecht sortirter Papierstücke, welche nicht holzfrei sind, kann an jener Thatsache nichts ändern.

Antwort 24.

Der Fabrikant muß wissen, welche Rohstoffe Holzschliff enthalten; er darf solche bei der Herstellung holzfreier Papiere eben nicht verarbeiten. Ein holzfreies Papier muß völlig frei von Holzschliff sein.

Antwort 25.

Holzfreie Papiere dürfen auch nicht Spuren von Holzschliff enthalten. Eine Reaktion auf Holzschliffspuren kann ja eintreten infolge ungenügend aufgeschlossener Cellulose oder infolge von Beimengungen von Ausschuß. Aber selbst in diesem gewiß unbeabsichtigten Falle dürfte mit Recht eine Beanstandung erfolgen. Die Grenze muß doch wohl scharf gezogen bleiben, um zu verhindern, daß man gezwungen sein soll, durch ihre Stoffzusammensetzung minderwerthiger gewordene Papiere für vorgeschriebene absolut holzfreie Waare zu übernehmen. Die geringste Konzession in dieser Hinsicht würde voraussichtlich zu fortwährenden Streitigkeiten führen.

Antwort 26.

Wir sind der Meinung, daß in einem holzfreien Stoff auch nicht Spuren von Holz sein dürfen und wir betrachten es auch als ausgeschlossen, daß es angeht, daß aus Versehen hineingekommene Holzbestandtheile als zulässig angesehen werden.

Antwort 27.

Einige Weise sprechen das Verlangen aus, daß Spuren von Holzschliff keinen Grund zu Beanstandungen bilden, also zulässig sein sollen. Durch die behördliche Genehmigung dieser Forderung würde ein weiterer Schritt zur Verschlechterung der Qualitäten geebnet. Uns ist die Frage der Versuchsanstalt unbegreiflich, ebensowenig finden wir eine Erklärung dafür, daß eine Vereinigung gewiegter Fachgenossen über eine solche Frage nicht sofort eine einige klare Ansicht aussprechen konnte.

Holzfreie Normalpapiere sollen absolut holzfrei sein. Bekanntlich werden Spuren von Holzschliff entstehen durch Verwendung ungenügend sortirter Papierabfälle oder durch Verwendung ungebleichter Cellulose. Beides sollte jeder Fabrikant, der auf Preis und Qualität hält, nicht benutzen. Sobald in Normalpapieren Spuren von Holzschliff gestattet werden, wird zunächst wohl eine Menge von 2—3 % als Grenze angesehen werden. Aber diese Erleichterung in der Fabrikation werden manche Papiermacher sich bald zu Nutze machen,

indem sie einen Zusatz von 3—5 % riskiren, und wie schwer wird nachher die Frage zu entscheiden sein: was sind Spuren? Wenn Sie ein Herz für unser Fach haben, so können wir nur die dringende Bitte an Sie richten, alle diese Forderungen kurzweg abzuweisen.

Antwort 28.

Es dürfte sich bei Ihrer Frage wohl nur um Packstoffe handeln, da man die holzfreien Schreib- und Poststoffe u. s. w. wohl mit Recht absolut holzfrei verlangen kann, und wenn ein derartiges Fabrikat Spuren von Holzschliff zeigt, giebt es wohl keinerlei Entschuldigung. Bei den geringeren holzfreien Stoffen, wie Normal-Packpapier u. s. w. wäre es allerdings sehr wünschenswerth, wenn sich eine genaue Vorschrift in dieser Beziehung aufstellen ließe, obgleich es mir nach den verschiedenen Behauptungen von Papierfabrikanten, die ich in derartigen Fällen hörte, sehr fraglich erscheint, ob jedes Theilchen Holzschliff, das durch Zufall in das Papier gelangt, beseitigt werden könne. Es wird ja zu diesen Stoffen meist eine zweite Qualität Cellulose mit verwendet, die in dieser Beziehung keine Garantie leistet. Manche Fabrik sortirt vielleicht auch die übrigen Zuthaten nicht peinlich genug, so daß kleine Mengen Holzschliff fast ausnahmslos, wenn auch unbedeutend in diesen holzfreien Stoffen zu finden sein werden, was auch wohl schwer zu vermeiden ist.

Antwort 29.

Nach meiner Ansicht dürfte ein Papier, selbst wenn es nur geringe Spuren Holzschliff ohne Schuld des Verfertigers zeigt, auch nicht als holzfrei bezeichnet werden.

Antwort 30.

Papiere, welche als holzfrei bezeichnet werden, dürfen auch nicht eine Spur von Holz enthalten. Wenn die Versuchsanstalt zulassen würde, daß Papiere, welche einen geringen Prozentsatz Holz enthalten, noch als holzfrei bezeichnet werden können, so wäre die betreffende Bezeichnung holzfrei für das reelle Fabrikat im Handelsbrauche hinfällig.

Antwort 31.

Nach wohl allgemeiner Ansicht ist ein Papier nur dann holzfrei, wenn es vollständig frei von Holzschliff ist. Ein Papier, welches nur eine Spur Holz enthält, sei es durch Verarbeitung von Holzstoff oder holzstoffhaltigen Papieren, ist nicht durch die Bezeichnung holzfrei zu qualifiziren.

Antwort 32.

Wir würden Lieferungen mit einem noch so geringen Prozentsatz Holzschliff niemals als holzfrei annehmen. Eine andere Auslegung der Bezeichnung würde mit dem Wort selbst ja auch im Widerspruch stehen.

Antwort 33.

Holzfreies Druckpapier darf keinen Holzschliff enthalten, wenn es auf die Bezeichnung holzfrei Anspruch macht. Sache des Fabrikanten ist es, die sogenannten Spuren von Holzschliff fernzuhalten. Würde man in dieser Beziehung Zugeständnisse machen, so würden wahrscheinlich die Spuren allmählich immer größer werden und der Artikel holzfrei Druck würde immer noch mehr herunterkommen, wie er bereits ist.

Antwort 34.

In den minderwerthigen Papieren wie Pack-, Lösch-, Postkartenkarton, weiß Karton, Seiden-, Pergamyn- und ordinären Schreib- und Poststoffen, die als holzfrei gehandelt werden, werden immerhin Spuren von Holzschliff festzustellen sein, ohne daß sie deshalb als holzhaltig angesehen zu werden brauchen. Dagegen dürften wohl die feineren Post- und Zeichenpapiere keine Spur Holzschliff enthalten. Sollte eine Grenze von der Versuchsanstalt festgesetzt werden, bis zu welchem Grade die Papiere Spuren Holzschliff enthalten dürfen, so wird es garnicht lange dauern, daß diese Grenze überschritten wird und der Fabrikant sich veranlaßt sieht, Papiere mit etwas mehr Holzschliff zu fabriziren, die dann noch als holzfrei verkauft werden.

Antwort 35.

Wenn holzschlifffreies Papier bestellt und solches dem Besteller berechnet wird, so muß die gelieferte Waare auch wirklich holzschlifffrei sein. Unserer Ansicht nach läßt es sich wirklich leicht verhindern, daß andere Surrogate in den Papierstoff kommen, wenn entweder besondere Holländer für holzschliffhaltige und holzschlifffreie Papiere gehalten oder auch, wenn vor Einschüttung des holzfreien Stoffes eine größere Reinigung des Holländers stattgefunden hat. Wir sind der Meinung, daß wenn dem Fabrikanten auch nur ein ganz geringer Zusatz von Holzschliff zugegeben wird, wir dann sehr bald nicht mehr unseren Kunden Papiere unter der Garantie holzschlifffrei anbieten können.

Antwort 36.

Wir betrachten es als ganz selbstverständlich, daß die als holzfrei gehandelten Papiere auch nicht den geringsten Zusatz von Holzschliff enthalten dürfen. Würde in diesem Punkte seitens der Besteller nicht ganz streng vorgegangen und eine genaue Grenze gezogen werden, dann würden die Besteller nicht nur sich selbst arg schädigen, sondern die Differenzen mit den Fabriken würden geradezu endlos werden. Es ist unseres Erachtens auch nicht gerechtfertigt, daß auch nicht voll gebleichte Cellulose als holzfrei betrachtet wird, da die $^1/_4$, $^1/_2$ und $^3/_4$ gebleichte Cellulose immer noch reagirt und deshalb im strengen Sinne des Wortes einem holzfreien Papier nicht entspricht.

Antwort 37.

Von besseren und feinen holzfreien Stoffen verlangen wir, daß dieselben auch unter den schärfsten Prüfungsmitteln keine Spur von Holz verrathen und wir würden Papiere, welche bei Prüfung auf Holzschliff auch nur im geringsten reagiren, unnachsichtlich zurückweisen, da der Preis der Fabrik gestattet, der Fabrikation und den Rohstoffen die nöthige Sorgfalt zuzuwenden. Wir haben bei unseren Papieren übrigens den gedachten Fall noch nicht beobachtet. Etwas anderes ist es bei den allergeringsten holzfreien Stoffen. Bei diesen kann es vorkommen, daß sie bei guten Prüfungsmitteln ganz schwach reagiren, was wohl in der Hauptsache seinen Grund darin hat, daß das Papier nach einem holzschliffhaltigen Stoff über die Maschine geführt wurde. Der Holzgehalt ist aber in solchen Fällen ganz schwach, so daß er sich in Prozenten kaum wird ausdrücken lassen und hat in den uns bekannten Fällen auf Farbe, Durchsicht, Festigkeit ꝛc. keinen Einfluß. Wir sind darum der Meinung, daß, so lange es sich um vereinzelte Vorkommnisse handelt, von der Zurückweisung abzusehen ist, und nur wenn sich der Fall öfter wiederholt, der Fabrik der Vorwurf geringer Aufmerksamkeit zu machen ist. Ob der Wiederverkäufer von seinem Abnehmer eventuell mit gerichtlicher Hilfe gezwungen werden kann, solche Papiere zurückzunehmen, ist uns unbekannt, da uns dieser Fall bis jetzt noch nicht vorgekommen ist.

Antwort 38.

Nach unserer Meinung darf in einem holzfreien Papier auch nicht einmal eine Spur von Holzschliff aufzufinden sein. Ein Zugeständniß in diesen fraglichen Punkten an die Fabrikanten würde bald nicht mehr innegehalten werden, bedingt durch den heutigen großen Wettbewerb.

Antworten 39—48.

Holzfreie Papiere dürfen nicht einmal Spuren von Holzschliff enthalten.

Antwort 49.

Wir sind der Ansicht, daß Papier, welches auch nur eine Spur Holzschliff enthält, nicht als holzfrei gelten darf, dagegen können wir uns lebhaft denken, daß die Fabrikanten der Meinung sind, daß auch bei holzfreien Papieren ohne ihre Schuld Spuren von Holz vorkommen können und dürfen.

Antwort 50.

Die als holzfrei gehandelten Papiere müssen ohne jede Beimengung von Holzschliff sein. Enthält ein holzfreies Schreibpapier, das ich als solches gekauft habe, auch nur Spuren von Holzschliff, die mit oder ohne Schuld des Fabrikanten verarbeitet sind, so hat der Fabrikant meines Erachtens die Verpflichtung, den Käufer auf das Vorkommen von Holz-

schliff aufmerksam zu machen bezw. das Papier als Schreibpapier mit geringen Mengen Holzschliff zu bezeichnen oder aber er hat die Folgen einer derartigen Unterlassung zu tragen. Würde es beliebt, die Grenzen des Holzschliffgehaltes bestimmen zu lassen, so fürchte ich, daß damit einem Verfahren Thür und Thor geöffnet wird, das weder im Interesse der Fabrikanten noch der Händler liegen kann. Die meisten Verbraucher, insbesondere Drucker, Buchbinder und die kleinen Händler sind garnicht in der Lage, die Grenze des Holzschliffes beurtheilen zu können. Dann aber dürften sich noch genügend Firmen finden, die die voraussichtliche Dehnbarkeit der Bestimmung hinsichtlich des Holzschliffgehaltes nicht im Interesse der Allgemeinheit benutzen, sondern auf Kosten und zum Nachtheil des reellen Handels ausbeuten würden. Wenn Schreib- oder Buchdruckpapiere bei Verwendung einer geringwerthigen Cellulose auf Holzschliff reagiren, so müßten sie als Papiere mit geringen Mengen Holzschliff bezeichnet werden.

Antwort 51.

Ich bin der Ansicht, daß ein Papier, welches als holzschlifffrei verkauft ist, auch keine Spur Holzschliff enthalten darf. Das Gesetz über unlauteren Wettbewerb ist so scharf, daß sich der Händler in dieser Hinsicht unbedingt an das Wort des Fabrikanten halten muß und kann. Es ist ja leider Thatsache, daß heutzutage Papiere als holzschlifffrei auf den Markt kommen, die qualitativ von jedem besseren, mit Holz gearbeiteten Papier überragt werden.

Antwort 52.

Ein holzfreies Papier darf nicht eine Spur Holzschliff enthalten. Wollte man in dieser Hinsicht auch nur das geringste Entgegenkommen zeigen, so würde dadurch die jetzt gesteckte Grenze überschritten und eine Kontrole des Fabrikates im bisherigen Sinne ganz unmöglich werden. Die Bezeichnung holzfrei bedingt ein völliges Fernhalten von Holzschliff. Der Verfertiger muß daher dafür haftbar sein, daß sein unter dieser Bezeichnung in den Handel gebrachtes Erzeugniß den Namen holzfrei auch verdient.

Antwort 53.

Holzfreies Papier muß vollständig holzfrei sein ohne jede Beimengung von Holzschliff, wie dies ja auch schon im Wort „holzfrei“ selbst liegt. Es würde jede Behörde Papier zurückweisen, welches holzfrei sein soll und trotzdem Holz, wenn auch nur im geringsten Maße enthält. Außerdem würde auch die Sicherheit des Handels darunter leiden, da man leicht gezwungen wäre, jede Sorte untersuchen zu lassen.

Antwort 54.

Nach unserer Ansicht sind als holzfreie Papiere nur solche zu betrachten, welche wirklich frei von Holzschliff sind, denn, vom Standpunkt des Wiederverkäufers betrachtet, dürfte, falls den Fabriken ein Spielraum gestattet sein würde, solches für den Händler unendlich viel Scherereien zur Folge haben ganz abgesehen davon, daß es recht schwer halten dürfte, den Prozentsatz des eventuell gestatteten Holzschliffes feststellen zu können.

Antwort 55.

Meines Wissens existirt bis jetzt kein Handelsbrauch darüber, bis zu welchem Grade alle garantirt holzfrei gehandelten Papiere Beimischungen von Holzschliff enthalten dürfen. Ich werde meinen in dieser Frage bisher beharrlich eingenommenen Standpunkt festhalten, daß ein holzfreies Papier überhaupt keinen Holzschliff enthalten darf und daß es dann nicht mehr als holzfrei bezeichnet werden kann, selbst wenn es nur Spuren enthält. In bisher vorgekommenen Fällen, namentlich wenn solche zu Streitigkeiten Anlaß gegeben haben, hat man sich immer nur auf die Versuchsanstalt in Charlottenburg gestützt, welche allerdings bisher Spuren von Holzschliff leider noch nicht beanstandete. Ich wiederhole also ausdrücklich, daß ich ein Papier, in dem sich nur Spuren von Holzschliff befinden, nicht als holzfreies Papier betrachte und es sogar für unrecht halte, wenn solches unter der Bezeichnung „holzfrei“ in den Handel gebracht wird.

Antwort 56.

Ein Handelsbrauch zu der angeregten Frage ist mir nicht bekannt. Ich bin der Ansicht, daß ein Papier, welches auch nur Spuren Holzschliff enthält, nicht als holzfrei gelten darf.

Antwort 57.

Von einem Handelsbrauch über den zulässigen Gehalt von Holzschliff bei holzfreien Papieren ist uns nichts bekannt. Wir sind der Ansicht, daß, wenn ein Papier als holzfrei angeboten ist, dasselbe auch ohne jede Beimengung von Holzschliff geliefert werden muß. Eine rein technische Frage dürfte es sein, ob die Cellulose, welche wohl einen Hauptbestandtheil des sogenannten holzfreien Papiers bildet, so absolut von Holzschliff gereinigt werden kann, daß selbst die geringste Uebertragung davon ins Papier ausgeschlossen ist.

IV. Händler, welche Spuren von Holzschliff für zulässig halten.

Antwort 58.

Ich würde Spuren von Holzschliff in holzfreien Papieren in geringer Menge zulassen, nicht aber, sobald sie in Prozenten, und sei es nur 1 %, festgestellt würden. Im Großen und Ganzen drückt ja schon der Name holzfrei aus, daß solche Papiere frei von jedem Holzschliff sein sollen. Da indeß Spuren von Holz (weniger als 1 %) der Güte des Papiers keinerlei Abbruch thun, halte ich derartige Spuren für zulässig.

Antwort 59.

Wenn sich ohne Schuld und ohne Absicht des Fabrikanten, vielleicht infolge mangelhafter Herstellung der Cellulose, Spuren von Holzschliff in dem Papier zeigen, so ist dies ein Umstand, der meines Erachtens völlig entschuldbar ist. Alle menschlichen Einrichtungen sind mehr oder weniger unvollkommen, und wenn die Absicht, Holzschliff hinzuzufügen, gefehlt hat, so ist an der Bezeichnung holzfrei bezw. holzschlifffrei nichts auszusetzen. Derartige Spuren können sich ja naturgemäß so vereinzelt zeigen, daß an dem Charakter des Papiers durch sie nichts geändert wird.

Antwort 60.

Nach meiner Ansicht können Spuren von Holzschliff, die ohne Absicht des Verfertigers in holzfreiem Papier vorkommen können, das Papier ohne Weiteres nicht als holzschliffhaltig kennzeichnen. Solche Spuren ergeben sich beispielsweise aus der Beimischung schon einer kleinen Menge holzhaltiger Papierspähne bezw. Unachtsamkeit eines Arbeiters durch nicht sorgfältige Reinigung der Holländer u. s. w. nach voraufgegangener Erzeugung von holzhaltigen Papieren. Bei der Untersuchung mit einem Reagens zeigen sich solche Spuren schon durch Färbung vereinzelter Fasern, während in Wirklichkeit der Holzgehalt in Prozenten nur in einer ganz geringen Ziffer zu bestimmen sein dürfte. Die Feststellung des Grades der Zulässigkeit bleibt wohl am besten der Versuchsanstalt überlassen. Meine Meinung über diesen Punkt geht dahin, daß vielleicht als Grenze 1 % festzusetzen sein würde, weil Spuren schon in einem wesentlich geringeren Gehalt als 1 % durch das Reagensmittel kenntlich gemacht werden, während andererseits an einer 1-prozentigen Beimischung aus gewinnsüchtigen Gründen keinem Fabrikanten etwas gelegen sein kann. Charakter und Qualität des Papiers erleiden durch diese Beimischung auch keine Einbuße.

Antwort 61.

Nach meinem Dafürhalten kann das Vorhandensein vereinzelter Holzschlifffasern und zwar bei oberflächlicher Untersuchung in Mengen von ca. 3 Stück pro qcm die Bezeichnung des Papiers als holzfrei nicht beeinträchtigen.

Antwort 62.

Den Fabrikanten, welche holzfreie und holzhaltige Papiere arbeiten, ist es vielleicht nicht möglich, zu vermeiden, daß ohne Wissen und Wollen des Erzeugers doch etwas Holzschliff in holzfreies Papier gelangt. In diesem Falle wäre nach meiner Meinung ein Gehalt bis zu 3 % zulässig.

Antwort 63.

Man sollte es ruhig gestatten, daß in holzfreien Papieren bis zu 4 % Holzschliff vorhanden sein dürfen, umsomehr, da durch die Untersuchung festzustellen ist, daß die vor-

handene Menge augenscheinlich unbeabsichtigt hineingerathen ist. Dies wird sich namentlich dadurch kennzeichnen, daß in den zur Untersuchung vorliegenden Bogen der vorkommende Holzschliffgehalt schwankt.

Antwort 64.

Nach meiner Meinung sollten Papiere, welche Spuren von Holzschliff enthalten, als holzfrei gelten, wenn der Zusatz 1 % nicht übersteigt. Absolut holzfreie Papiere zu erzeugen, dürfte, wenigstens bei den ganz billigen Sorten, nicht immer möglich sein.

Antwort 65.

Wir halten ein Papier, welches geringe Mengen von Holzschliff enthält, immer noch für holzfrei. Wir sind der Ansicht, daß die höchstzulässige Menge von Holzschliff in holzfreien Papieren von der Versuchsanstalt festgelegt werden soll.

Antwort 66.

Es wird sehr schwer zu bestimmen sein, bis zu welchem Grade in holzfreien Papieren Spuren von Holzschliff vorkommen dürfen. Dabei kann es sich doch nur um kleine Ueberbleibsel aus dem Holländer handeln, die nicht einmal in jedem Bogen einer Anfertigung gefunden werden würden. Wir verlangen, daß bei holzfreien Papieren keine Beimengung von Holzschliff stattfindet, daß aber minimale und vereinzelte Spuren ohne Absicht vorkommen können, halten wir nicht für ausgeschlossen und nicht für bedenklich.

Antwort 67.

Es können bei der Herstellung holzfreier Papiere ohne Schuld des Verfertigers Spuren von Holz in das Papier gelangen; deshalb sollte man das Papier nicht beanstanden.

Antwort 68.

Allgemein betrachten wir als holzfreie Papiere nur solche, welche keinen, auch nicht Spuren, Holzschliff enthalten. Es kommen aber immerhin Fälle vor, in welchen holzfreie Papiere zwecks Erlangung besserer Durchsicht mit größeren Mengen Papierschnitzeln gearbeitet sind und daß dann unter diesen Schnitzeln ohne Vorwissen des Fabrikanten sich solche mit Holzschliff vorfinden. Dadurch zeigt das gearbeitete Papier Spuren von Holz. Sollte uns ein derartiger Fall vorkommen, so würden wir bei der Fabrik reklamiren, uns aber jedenfalls nach Darlegung eines analogen Falles wie oben beschrieben beruhigen. Eine zweite Möglichkeit, Spuren von Holzschliff in holzfreien Papieren zu finden, liegt ja bekanntlich in dem nicht genügenden Aufschließen des Holzes bei der Herstellung von Zellstoff, jedoch sind uns solche Fälle in der Praxis nur sehr selten vorgekommen und haben zu Beanstandungen bisher keine Veranlassung gegeben.

Antwort 69.

Unter holzfreien Papieren verstehen wir solche, welche wirklich ganz frei von Holz sind, und wir beziehen solche nur von Fabriken, die gar kein Holz verarbeiten. Sollte in dieser Beziehung etwas nachgegeben werden, so sind wir der Meinung, daß für den Begriff „Spuren" der Prozentsatz zu bestimmen wäre.

Antwort 70.

Als holzfreie Papiere haben diejenigen zu gelten, welche ganz frei von Holzschliff gearbeitet worden sind. Es können aber absichtslos geringe Mengen von Holzschliff in die Papiere gelangen. Bei geringen holzfreien Papieren dürften solche Spuren von Holzschliff, die offenbar nicht mit Absicht, sondern nur durch Zufall in das Papier gelangt sind und die der Farbe und Haltbarkeit des Papiers keinen wesentlichen Abbruch thun, zulässig sein. Beim Vorkommen größerer Holzschliffmengen, wenn solche auch ohne Absicht in das Papier gelangt sind, müssen auch die geringsten holzfreien Papiere vom Abnehmer als nicht holzfrei zurückgewiesen werden können, da sie voraussichtlich das Vergilben des Papiers befördern würden. Solche Papiere aber, welche zu den ersten Normalklassen gehören, wie auch ferner allerfeinste Kupferdruck-, Werkdruck-, Lithographie- — u. s. w. — Papiere dürfen auch zufällige Spuren von Holzschliff nicht enthalten, denn die Fabriken haben Mittel und Wege, durch gewissenhaftes und sorgfältiges Arbeiten bei diesen Papieren Zufälle, wie sie vorhin erwähnt wurden, gänzlich zu vermeiden.

Antwort 71.

Wir betrachten holzfreie Papiere, die eine Spur Holz enthalten, doch noch als holzfrei, wenn ohne Schuld des Verfertigers geringe Mengen von Holzschliff in das Papier gelangt sind. Bei der größten Vorsicht können durch Zusatz von Papierspähnen, die eine ganz geringe Menge von holzhaltigem Papier enthalten können, Spuren bei der Verarbeitung zum Vorschein kommen. Ferner kann ein holzfreies Papier, wenn es nach einem holzhaltigen gearbeitet ist, trotz vorsichtiger Waschung eine kleine Menge Holz enthalten, ohne daß dadurch die Qualität Einbuße erleidet. Ob es sich um solche Zufälligkeiten oder wirklichen Holzzusatz handelt, würde am besten wohl die Versuchsanstalt beurtheilen.

Antwort 72.

Wir sind der Meinung, daß Papier, welches nur die geringsten Mengen Holzschliff enthält, nicht als holzfrei gelten darf. Da es aber andererseits technisch unmöglich ist, Cellulose ganz ohne jede Spur von Holz herzustellen, so sollte ein geringer Spielraum in Bezug auf das Vorkommen von Spuren Holz in den holzfreien Papieren wohl erlaubt sein. Wir möchten 5 % als das erlaubte Höchstmaß bezeichnen.

Antwort 73.

Uns ist kein Handelsbrauch bekannt, bis zu welchem Grade als holzfrei gehandelte Papiere Holzschliff enthalten dürfen. Wir schließen uns der Ansicht an, daß Papiere, welche auch nur eine geringe Menge Holzschliff enthalten, nicht als holzfrei gelten können; es dürfte sich aber empfehlen, wenn die Versuchsanstalt festsetzen wollte, bis zu welchem Grade Spuren von Holzschliff in holzfreien Papieren vorkommen können.

Antwort 74 (Deutscher Papier-Verein).

Holzfreie Papiere dürfen keine Beimischung von Holzschliff enthalten. Sollten sich jedoch Spuren von Holz in holzfreien Papieren vorfinden, so sind diese aus technischen Gründen zuzugestehen: dieselben könnten von der Reinigung der Papiermaschine, die vorher holzhaltige Papiere arbeitete, noch zurückgeblieben sein. Die Höhe möge die Versuchsanstalt bestimmen.

Antwort 75 (Verein Deutscher Papierfabrikanten).

Ueber Spuren von Holzschliff darf nicht hinausgegangen werden. Wir bezeichnen die im Gewöhnlichen zulässige Menge Holzschliff mit 1 % allerhöchstens mit 2 %. Im letzteren Falle müßte jedoch das ganze Papier einer Untersuchung unterworfen werden, um festzustellen, ob sich der Holzschliff auch wiederholt zeigt.

Antwort 76 (Papier-Industrie-Verein).

Die Bestimmung eines zulässigen Prozentsatzes Holzschliff in holzschlifffreien Papieren wurde für bedenklich gehalten[1]), und man wollte höchstens insofern eine Erleichterung zulassen, als „Spuren" nicht lieferungshindernd sein sollten. Ein bestimmter zulässiger Prozentsatz wurde von keiner Seite vorgeschlagen.

Die Verwendungsklassen 1, 2a, 2b und 8a dürfen nach wie vor keine Spuren von Holzschliff enthalten, da sie die denkbar größte Sicherheit für lange Dauer bieten sollen. Für Verwendungsklasse 3a könnten Spuren von Holzschliff von weniger als ½ % zugelassen werden, wenn sie nur ausnahmsweise in dem Erzeugniß der Fabrik erscheinen. Für Klasse 3b könnte man, falls der Fehler ausnahmsweise erscheint, bis 1 % zulassen. Wir befürworten jedoch die Bestimmung von Prozentsätzen nur, falls die Versuchsanstalt nach ihrer Erfahrung im Stande ist, die Beimischung solcher kleinen Mengen von Holzschliff zahlenmäßig festzustellen. Anderenfalls müßte es bei dem Worte „Spuren" sein Bewenden haben.

Insgesammt liegen also 76 Aeußerungen vor, 22 von Fabrikanten, 51 von Händlern und 3 von Fachvereinen.

[1]) Gelegentlich der Verhandlung über die aufgeworfene Frage in der Generalversammlung des Papier-Industrie-Vereins zu Hannover am 19. Mai 1898.

Die Frage, ob ein allgemein anerkannter Handelsbrauch vorliegt, ist von 3 Fabrikanten bejaht, von 3 weiteren Fabrikanten und einem Händler verneint worden; 4 Fabrikanten und 3 Händler erklärten, daß ihnen von einem Handelsbrauch nichts bekannt sei, und 12 Fabrikanten, 47 Händler und die 3 Vereine haben die Frage nicht direkt beantwortet. Dies und die verschiedenen Aeußerungen beweisen, daß es zu einem festen Handelsbrauch bisher nicht gekommen ist. Daß aber die Schaffung eines solchen zur besseren Regelung des Verkehrs zwischen Erzeuger und Verbraucher erstrebenswerth ist, bedarf wohl keiner weiteren Ausführung.

Von den Befragten sind 10 Fabrikanten und 32 Händler der Meinung, daß die als holzfrei gehandelten Papiere auch nicht einmal Spuren von Holzschliff enthalten dürfen; 12 Fabrikanten, 15 Händler und 2 Vereine erkennen unter mehr oder minder großem Vorbehalt ein Papier technisch noch als holzfrei an, auch wenn es bis zu einem gewissen Grade durch Holzschliff verunreinigt ist; 4 Händler und 1 Verein erklären, daß nur die geringeren „holzfreien" Papiere Spuren oder geringe Mengen Holzschliff enthalten dürfen. Darüber, wie weit hier die Grenze zu ziehen ist, gehen die Ansichten auseinander. 8 Fabrikanten und 9 Händler machen keine näheren Angaben über die Höhe der nach ihrer Meinung als zulässig anzusehenden Beimengungen. Die Grenze festzulegen auf:

3 Fasern für 1 qcm Fläche bringt 1 Händler in Vorschlag,
weniger als 1 % Holzschliff bringen 3 „ „ „
2—2½ % „ bringt 1 Fabrikant „ „
weniger als 3 % „ „ 1 Händler „ „
„ „ 4 % „ „ 1 „ „ „
ungefähr 5 % „ bringen 1 Fabrikant und 1 Händler in Vorschlag.

Nachstehende Zusammenstellung giebt eine gedrängte Uebersicht über die ausgesprochenen Ansichten.

Antworten der	Besteht ein Handelsbrauch, nach dem als „holzfrei" gehandelte Papiere Spuren Holzschliff enthalten dürfen?				„Holzfreie" Papiere dürfen auch nicht einmal Spuren von Holzschliff enthalten	„Holzfreie" Papiere dürfen Spuren oder geringe Mengen Holzschliff enthalten					Bessere holzfreie Papiere dürfen auch nicht einmal Spuren Holzschliff enthalten, geringere Spuren oder geringe Mengen
	Ja	Nein	dem Befragten nicht bekannt	ohne Antwort		ohne nähere Angabe	bis 1 %	2 bis 2½ %	5 %	Besondere Angaben	
Fabrikanten	3	3	4	12	10	10	—	1	—	1[1])	—
Händler	—	1	3	47	32	8	3	1 (bis 3 %) 1 (bis 4 %)	1	1 (3 Fasern pro qcm)	1 1[1]) 1[1]) 1[1])
Vereine	—	—	—	3	—	1	1 (1 % höchstens 2 %)	—	—	—	1[1])

[1]) Bei Papieren von Normal 3a aufwärts nur ganz vereinzelte Spuren zulässig, bei den geringeren Sorten (4a und den gewöhnlichen holzfreien Schreib- und Druckpapieren) 5 %.

Am auffallendsten erscheint die Forderung der Fabrikanten 1—10, welche auch nicht einmal ganz vereinzelte Holzschlifffasern in holzfreien Papieren zulassen wollen; diese auch von 35 Händlern aufgestellte Forderung läßt sich mit den bei der Fabrikation von Papier obwaltenden Verhältnissen nicht in Einklang bringen. Die Möglichkeit, daß verholzte Fasern bei der Erzeugung holzfreier Papiere in den Stoff gelangen, ist in jeder Fabrik gegeben und läßt sich im gewöhnlichen Betrieb nicht mit Sicherheit ausschließen.

Zunächst bilden die Rohstoffe, welche bei der Herstellung holzfreier Papiere verwendet werden (Lumpen und Zellstoffe), selbst eine Quelle für die Verunreinigung mit verholzten Fasern; bei den Lumpen ist die Gefahr nicht groß, schwieriger liegt die Sache aber bei den Zellstoffen; der Fabrikant beschafft prima Zellstoff, überzeugt sich an Stücken, die verschiedenen Rollen entnommen sind, daß es sich um ein vollständig aufgeschlossenes Produkt handelt, aber er kann nicht die ganze Lieferung prüfen; in der einen oder anderen Rolle können sich Theile nicht völlig entholzten Stoffes vorfinden und so trotz geübter Sorgfalt vereinzelte verholzte Fasern in das Papier gelangen.

Eine weitere Quelle für Holzfasern sind die Rohrleitungen für die Fortbewegung des Stoffes bis zur Papiermaschine. Selbst wenn alles auf das Sorgfältigste gewaschen wird, ist eine sichere Gewähr dafür, daß alle Reste der voraufgegangenen Fabrikation entfernt sind, nicht gegeben. Es können Stoffreste zurückbleiben und sich mit dem später durchfließenden Stoff vermengen; waren erstere holzschliffhaltig, so werden in dem fertigen Papier vereinzelte Holzschlifffasern nachweisbar sein.

Der Stoff kommt ferner auf seiner Wanderung durch die Fabrik verschiedentlich mit Geräthschaften aus Holz in Berührung, die im Laufe der Zeit abgenutzt werden; die losgelösten Splitter gelangen zum großen Theil in den Stoff und somit in das Papier.

Es ist also, erwägt man nur diese Möglichkeiten, durchaus nichts Auffallendes, wenn man selbst in den feinsten Papieren ab und zu ein Holzfäserchen findet. Wenn man nun bedenkt, daß der Ausdruck Spuren Holzschliff schon gerechtfertigt ist, sobald man in dem zu untersuchenden Material auch nur eine einzige Holzfaser findet, so muß doch wohl zugegeben werden, daß das Verlangen, solche Papiere als holzhaltig anzusehen, nicht aufrecht erhalten werden kann.

Die 10 Fabrikanten müßten auch sonst wohl ihre sämmtlichen, auch die besten Papiere als holzhaltig bezeichnen, wie die Prüfung einer Anzahl ihrer Fabrikate ergeben hat.

Aus den Beständen der Versuchsanstalt wurden 45 Normalpapiere der 10 Fabriken und zwar der Klassen 1, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a und 4b beliebig herausgegriffen und je ein halber Bogen (33×21 cm) durch salzsaure Phloroglucinlösung gezogen. Keine der 45 Proben war völlig frei von verholzten Fasern. Nach dem Auszählen ergab sich folgendes Bild:

---

[2]) Die holzfreien Schreib- und Poststoffe müssen vollständig holzfrei sein, bei den holzfreien Packpapieren sind kleine Mengen Holzschliff zulässig.

[3]) Die feineren Post- und Zeichenpapiere dürfen keine Spur Holzschliff enthalten; für Pack-, Lösch-, Postkartenkarton, weiß Karton, Seiden-, Pergamyn- und ordinäre Schreib- und Poststoffe müssen Spuren Holzschliff zugegeben werden.

[4]) Papiere der ersten Normalklassen, sowie Kupferdruck-, Werkdruck-, Lithographie- — u. s. w. — Papiere dürfen auch nicht zufällige Spuren von Holzschliff enthalten, bei geringen holzfreien Papieren sind solche Spuren zulässig.

[5]) Normal 1, 2a, 2b und 8a dürfen keine Spur Holzschliff enthalten, 3a höchstens ½%, 3b höchstens 1%.

Anzahl der verholzten Fasern (Holzsplitter) in einem Blatt von 33 × 21 cm Größe.

Fabrik	1	2a	2b	3a	3b	4a	4b
1	10	6	20	4	mehr als 100	8	50
2	—	—	—	10	10	20	mehr als 100
3	—	10	—	5	5	10	—
4	—	—	—	20	mehr als 100	mehr als 100	—
5	5	5	7	6	50	8	—
6	—	—	—	—	—	—	10
7	—	6	10	5	10	15	12
8	—	—	—	mehr als 100	15	mehr als 100	50
9	—	—	—	7	5	8	5
10	—	10	25	5	20	10	10

Man geht nach diesen Beobachtungen in der Annahme wohl nicht zu weit, daß ein unter gewöhnlichen Verhältnissen erzeugtes Papier, welches auch nicht einmal Spuren verholzter Fasern enthält, zu den allergrößten Seltenheiten gehört, und nach Kenntnißnahme des Vorgesagten werden voraussichtlich alle diejenigen, welche auch Papiere mit vereinzelten Holzschliffasern nicht als holzfrei ansehen wollen, ihre Ansicht fallen lassen.

Andererseits kann aber auch nicht verlangt werden, daß ein größerer Gehalt an verholzten Fasern (gewünscht wird in einem Falle bis zu 5%) durch die geschilderten Umstände gedeckt und für zulässig erklärt werden soll.

Einige der Befragten stützen sich auf das Wort „holzfrei" und erklären, es liege ja schon in diesem Wort, daß holzfreie Papiere völlig frei von verholzten Fasern, also auch frei von Spuren sein sollen. Die Auslegung der Bedeutung solcher Begriffe muß sich aber immer innerhalb des Rahmens der technischen Möglichkeit bewegen, und von diesem Standpunkt aus muß die Berechtigung, Spuren verholzter Fasern vernachlässigen zu dürfen, unbedingt anerkannt werden. Es drängt sich dann natürlich die Frage auf, wie weit soll und darf man berechtigter Weise in dieser Duldung gehen? Wie weit soll man den früher erwähnten Möglichkeiten Rechnung tragen und wie weit darf man hierin gehen, ohne den Abnehmer zu schädigen? Wie verschieden die Ansichten der Befragten hierüber sind, zeigt die Zusammenstellung. Von der Forderung, nur vereinzelte Fasern zuzulassen, bis zu der, 5% Holzgehalt noch nicht zu beanstanden, finden sich die mannigfachsten Wünsche. Zur besseren Beurtheilung der gemachten Vorschläge erschien es zweckmäßig, dem Leser eine Vorstellung von der Reaktion zu geben, welche Papiere mit geringem Holzschliffgehalt bei Behandlung mit Holzschliffreagentien zeigen. Es bestand zunächst die Absicht, diesem Aufsatz einige Papierabschnitte mit 1%, 2% u. s. w. Holzschliff beizulegen, um den Leser in den Stand zu setzen, selbst die Reaktion vorzunehmen und sich so über die Tragweite der verschiedenen Vorschläge ein Urtheil zu bilden. Der Ausführung dieses Planes stellten sich aber erhebliche Schwierigkeiten entgegen, und der erstrebte Zweck dürfte auch in annähernd gleichem Maße mit der beigegebenen farbigen Tafel erreicht werden; sie ist die Wiedergabe einer von meinem Kollegen Dr. Wisbar angefertigten und mir für diese Arbeit freundlichst zur Verfügung gestellten Zeichnung nach Originalmustern. Papiere mit 0,5%, 1%, 2%, 2,5%, 3% und 5% Holzschliff, etwa 75 g das qm schwer, wurden mit salzsaurer Phloroglucinlösung behandelt und dann im auffallenden Licht gezeichnet.

Wenn alle Befragten eine solche Tafel bei Abfassung ihrer Antwort bei der Hand gehabt hätten, wäre vermuthlich manche Antwort anders ausgefallen. Ich glaube z. B. nicht, daß der Fabrikant, dessen Antwort unter Nr. 22 wiedergegeben ist, jetzt noch einem Holzschliff-

gehalt von 5% bei Normal 4a und den gewöhnlichen holzfreien Schreib- und Druckpapieren das Wort reden würde. Ein derartiger Gehalt an verholzten Fasern würde z. B. auf das Vergilben des Papiers schon einen bedeutenden Einfluß ausüben, also bis zu einem gewissen Grade das bewirken, was man durch die Forderung „holzfrei" ausschließen will.

Die Versuchsanstalt hat von jeher den Standpunkt eingenommen, daß man ein Papier nicht ohne Weiteres als holzhaltig ansprechen soll, wenn man verholzte Fasern in ihm nachweisen kann; der Papierfabrikant verlangt mit Recht, daß man auch den Fabrikationsumständen bei der Beurtheilung solcher Fragen Rechnung trägt, und diese sind wie geschildert derart, daß unter den gewöhnlichen hier in Frage kommenden Verhältnissen Verunreinigungen durch verholzte Fasern nicht sicher zu vermeiden sind. Die Möglichkeiten solcher Verunreinigungen werden um so mehr in den Hintergrund treten, je besser und werthvoller das erzeugte Papier ist, und man wird umsomehr mit ihnen zu rechnen haben, je geringer die Güte des erzeugten Materials ist. Aus diesem Grunde werden auch die Ansprüche, die man an das Papier stellt, verschieden sein, und man wird z. B. an ein Packpapier 5a und an ein Schreibpapier 3a, die beide holzfrei sein sollen, nicht den gleichen Maßstab legen. Man wird in jedem einzelnen Falle unter Berücksichtigung der Güte des Materials, der Preislage und des Verwendungszweckes seine Entscheidung abgeben müssen.

Von diesem Gesichtspunkt aus dürfte es sich vielleicht empfehlen, bei holzfreien Packpapieren, Aktendeckeln u. s. w. einen Gehalt an verholzten Fasern bis zu 3% zuzulassen; bei Schreib- und Druckpapieren aus Lumpen mit oder ohne Zusatz von Erde dürften vielleicht höchstens bis zu 0,5%, bei den übrigen holzfrei verlangten Sorten höchstens bis zu 1% an verholzten Fasern zulässig sein.

Diese Spielräume tragen wohl in reichlichem Maße den vorher geschilderten Umständen Rechnung, ohne andererseits die Güte des Papiers herabzudrücken; sind diese Grenzen aber überschritten, dann kann man wohl nicht mehr verlangen, daß der Empfänger die „holzfrei" bestellte Waare als solche ansieht und abnimmt.

---

2. Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle.

Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor M. Rudeloff.

Die Untersuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle sind seit der letzten Veröffentlichung über diesen Gegenstand [1]) auf Gußeisen, Temperguß, Stahlformguß, geschmiedete Bronze und Hartblei ausgedehnt. Die Versuche wurden auf Grund von Prüfungsanträgen ausgeführt; über ihre Ergebnisse soll im Nachstehenden mit Genehmigung der Antragsteller berichtet werden. —

Die Zugversuche mit erhitzten Stäben wurden wieder in gleicher Weise wie bei den früheren Untersuchungen ausgeführt. Zu ihrer Erläuterung dürften unter Hinweis auf die älteren Veröffentlichungen folgende kurze Angaben hinreichen.

---

[1]) „Mittheilungen" 1895, S. 29.

Die Probestäbe, theils Rund-, theils Flachstäbe, erhielten bei 75—80 qmm Querschnitt 100 mm Versuchslänge. Die verstärkten Enden waren zum Einschrauben in Verlängerungsstücke mit Gewinde versehen.

Das Erhitzen der Stäbe beim Versuch erfolgte in Wärmebädern, bestehend für Wärmegrade bis 100 C° aus Wasser, bis 250 C° aus Paraffin oder Oel, bei 300 C° aus Oel und bei höheren Wärmegraden (bis 600 C°) aus einer Mischung von Kali und Natronsalpeter zu gleichen Theilen. Die Dehnung bis zur Streckgrenze wurde mit Martens'schen Spiegelapparaten gemessen.

I. Versuche mit Gußeisen.

Die Versuche wurden auf Antrag des Eisenwerkes Kraft zu Kratzwieck bei Stettin ausgeführt. Das Probematerial wurde durch die Maschinenfabrik Cyklop in Berlin an die Anstalt eingeliefert. Es bestand aus 14 gegossenen, unbearbeiteten Quadratstäben von 1100 mm Länge und etwa 30 × 30 mm Querschnitt. Sämmtliche Stäbe waren angeblich aus „Hematit" des Eisenwerkes Kraft und „Luxemburger Gießereieisen" erzeugt.

Von den 14 Quadratstäben waren angeblich gegossen:

a) 6 Stück liegend in nassem Sande; gez. 1—6.
b) 7 Stück bei schwach geneigter Lage von einem Stabende gegen das andere steigend in getrockneten Sandformen; die Neigung des Formkastens betrug hierbei 1 : 10, die Druckhöhe, gemessen als Höhe des verlorenen Kopfes an der Eingußstelle, 200 mm; gez. 7—13 und
c) 1 Stab liegend in trockenem Sande; gez. 14.

Die Angaben der Antragstellerin über die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Schmelzungen sind aus Tab. 1 zu ersehen.

Tabelle 1. **Angaben über die chemische Zusammensetzung des Materials.**

Analyse Nr.	Nr. der zugehörigen		Gehalt des Materials in % an				
	Biegeproben (Tab. 2)	Zugproben (Tab. 3)	Kohlenstoff	Silicium	Mangan	Phosphor	Schwefel
I	1 und 2	7 und 8	3,95	2,37	0,96	0,620	0,049
II	7 und 8	2—6 und 13	3,46	2,95	1,06	0,420	0,037
III	3	1	3,36	2,63	0,85	0,510	0,051
IV	9	9—12	3,47	2,63	0,85	0,518	0,074

Die Quadratstäbe wurden zunächst auf Biegungsfestigkeit geprüft. Sie lagen hierbei mit etwa 1000 mm Stützweite auf Schneiden; der Lastangriff erfolgte in der Mitte.

Die Stäbe für die Zugversuche bei verschiedenen Wärmegraden wurden aus den Bruchstücken der Biegeproben 1—3 und 7—9 entnommen (s. Tab. 3 Spalte 2).

Die Ergebnisse der Biegeversuche sind in Tab. 2 und diejenigen der Zugversuche in Tab. 3 zusammengestellt.

Nach dem Ergebniß der Analysen (s. Tab. 1) ist die chemische Zusammensetzung des Materials der Stäbe 1—3 und 7—9 nicht wesentlich verschieden. Dagegen ist nach Tab. 2 die Biegungsfestigkeit der liegend in nassem Sande gegossenen Stäbe 1—3 etwas größer als die der in trockenen Sandformen gegossenen Stäbe 7—9; der Unterschied beträgt im Mittel

Tabelle 2. Biegeversuche mit Gußeisen bei Zimmerwärme.

Abmessungen der Stäbe: Breite b = 30 mm; Höhe h = 30 mm; Widerstandsmoment $W = \frac{bh^2}{6} = 4500\ mm^3$.

Stab Nr.	Angaben über die Art des Gießens	Stützweite	Durchbiegung in 0,01 mm bei den übergeschriebenen Belastungen in kg																Bruchlast	
		mm	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	250	300	350	400	450	500	550	Gesamt kg	Spannung kg/qmm
1	a	1004	55	120	192	260	329	398	474	540	606	690	840	1040	1250	1480	1750	—	—	480	26,8
2	„liegend	1004	50	100	158	215	278	332	370	432	493	550	680	850	1038	1230	1440	1650	1950	580	32,4
3	in nassem	996	51	110	178	241	308	372	449	519	599	682	851	1058	1295	1535	1810	2085	2361	558	30,9
4	Sande		92	113	130	239	289	348	411	462	522	582	723	931	1139	1372	1635	1876	—	539	29,8
5	gegossen"	907	31	46	58	71	84	112	177	217	257	291	376	490	621	784	869	1021	1183	590	29,7
6			45	81	132	189	228	274	321	372	438	532	659	798	945	1075	1221	—	—	500	25,2
7	b	1004	76	146	210	275	347	420	485	562	650	736	900	1140	1400	1690	—	—	—	430	24,0
8	Um 1:10	1004	49	104	180	270	349	398	453	528	591	637	770	962	1148	1350	1570	1800	—	522	29,1
9	geneigt,		50	99	150	202	257	320	375	441	501	567	711	899	1100	1312	—	—	—	450	24,9
10	steigend, in		45	83	120	174	231	285	335	394	458	524	671	859	1055	1261	—	—	—	428	23,7
11	trockenem	996	59	113	169	230	289	348	411	475	541	610	768	972	1168	1409	1672	—	—	480	26,6
12	Sande.		71	129	193	249	318	381	453	530	609	682	845	1056	1291	1581	1870	2203	—	548	30,3
13			68	139	192	259	322	398	491	562	641	730	884	1087	1309	1598	1790	2062	2361	562	31,1
14	liegend in trockenem Sande	996	43	59	69	108	141	170	201	238	280	329	439	579	732	881	1042	1198	1395	578	32,0

30,0 — 26,0 = 4 kg/qmm. Unter den beiden bei Zimmerwärme geprüften Zerreißproben, zeigt der Stab 1 aus der Biegeprobe 3 etwas geringere Festigkeit und größere Dehnung als Stab 2 aus der Biegeprobe 8. Die Zahl der Einzelversuche ist zu gering, um die erwähnten Unterschiede einwandfrei auf die Art des Gießens zurückführen zu können. Bei ihrer Kleinheit habe ich keinen Anstand genommen, das Material für die bei verschiedenen Wärmegraden auf Zug geprüften Stäbe als gleichwerthig anzusehen.

Der Dehnungsverlauf für die einzelnen Zugversuche ergiebt sich aus den Schaulinien Fig. 1. Sieht man von der Linie a für 20 C° ab, da sie sich in ihrem Verlauf ganz auffällig von allen anderen unterscheidet, so erkennt man aus der Lage der verschiedenen Linien-Gruppen zu einander,

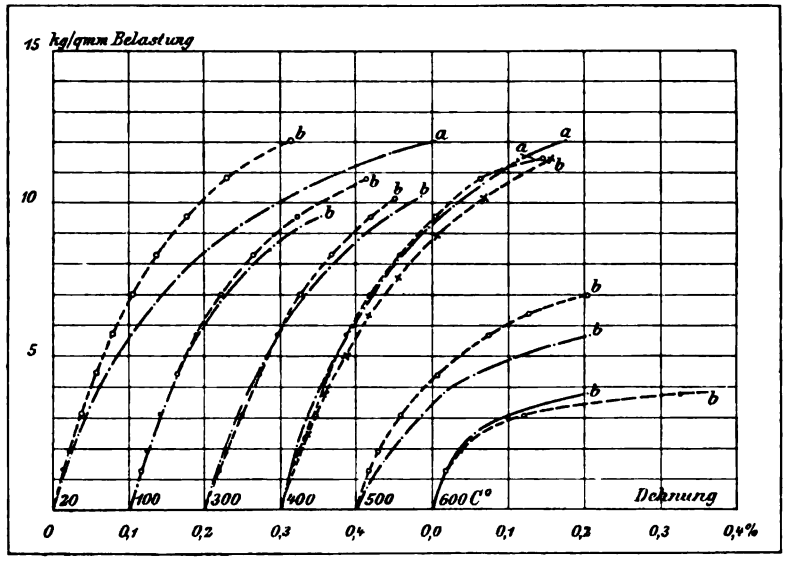


Fig. 1. Zugversuche mit Gußeisen bei verschiedenen Wärmegraden.
Material: a in nassem Sande liegend gegossen, b in trockenem Sande steigend 1:10.

daß die Erwärmung bis zu 400 C° die Dehnbarkeit des geprüften Gußeisens nicht wesentlich beeinflußte, während bei 500 C° und darüber sich ganz erhebliches Weicherwerden des Gußeisens bemerkbar machte.

Noch deutlicher tritt dieser Einfluß des Erhitzens aus Fig. 2 zu Tage. In ihr zeigt der Verlauf der einzelnen Linien, welche Spannungen (Abscissen) erforderlich waren, um bei den verschiedenen Wärmegraden (Ordinaten) gleiche Dehnungen zu erzielen. Die Größe der Dehnungen, denen die Linien entsprechen, ist an deren unterem Ende niedergeschrieben.

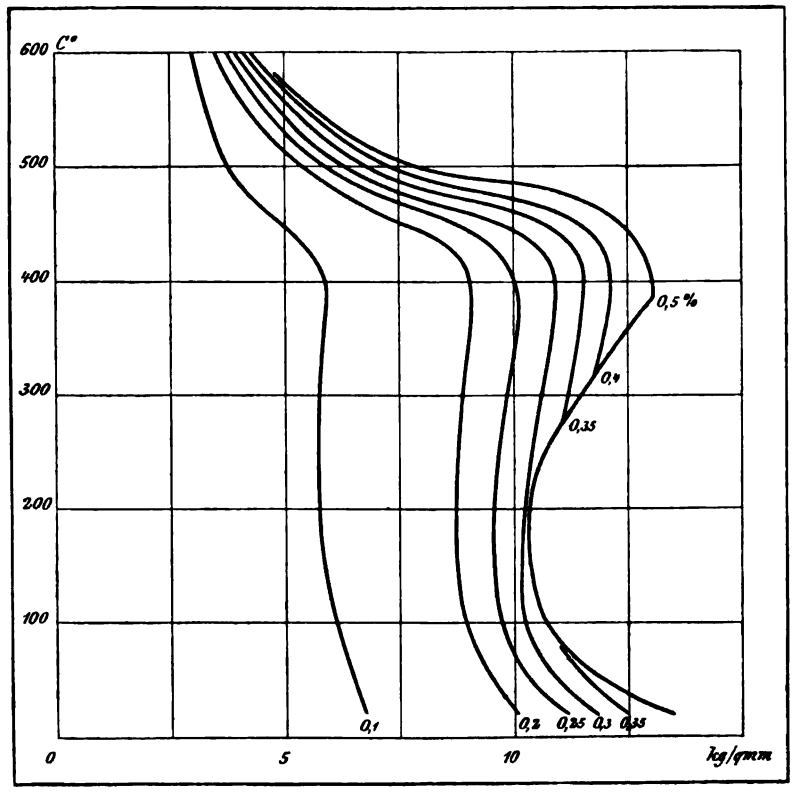


Fig. 2. Linien gleicher Dehnung bei verschiedenen Wärmegraden und Spannungen. Material: Gußeisen.

In Fig. 3 ist ferner dargestellt, welche Dehnungen (Abscissen) bei den verschiedenen Wärmegraden (Ordinaten) unter gleichen Spannungen erzielt wurden.

An Hand der Schaulinien Fig. 3 ist schließlich die in Fig. 4 wiedergegebene körperliche Darstellung ausgeführt. Sie zeigt deutlich, wie die Widerstandsfähigkeit des geprüften Gußeisens mit Ueberschreitung von etwa 410 C° plötzlich abnimmt [1]).

Diesem Verhalten entsprechen auch die Mittelwerthe für die Bruchfestigkeiten Tab. 3. Bis 400 C° schwanken sie zwischen 10 und 13 kg/qmm, bei 500 C° beträgt die Zugfestigkeit nur noch 8,8 kg/qmm und bei 600 C° ist sie bereits auf 4,3 kg/qmm zurückgegangen.

[1]) S. Versuche von Bach, Zeitsch. d. Ver. Deutsch. Ing. 1901, S. 168.

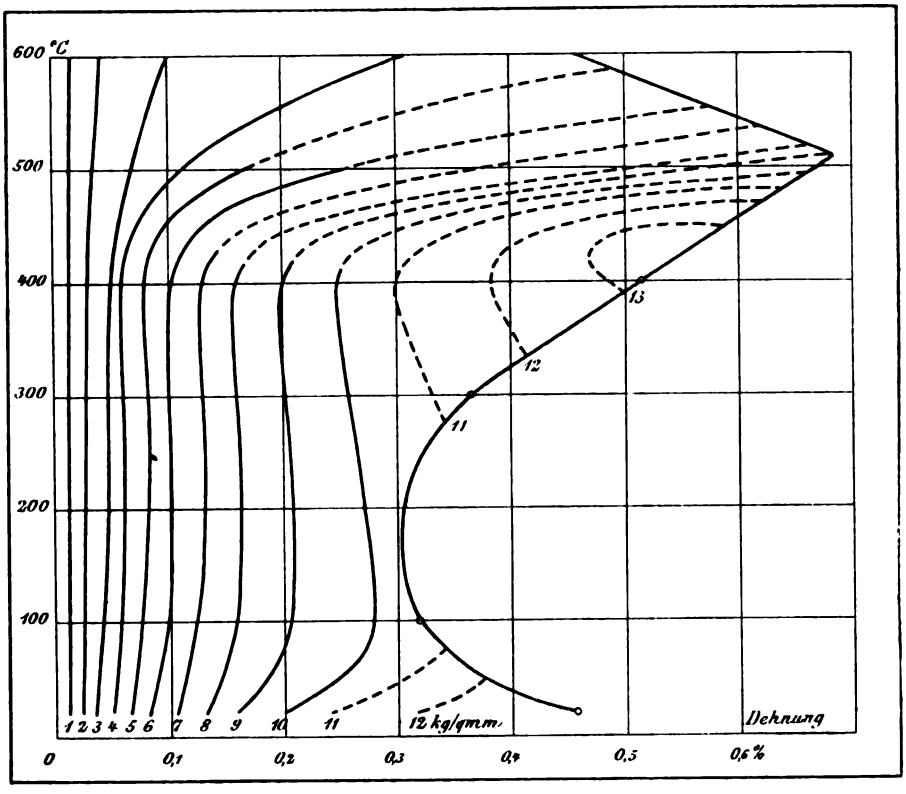


Fig. 3. Linien gleicher Spannung bei verschiedenen Wärmegraden und Dehnungen. Material: Gußeisen.

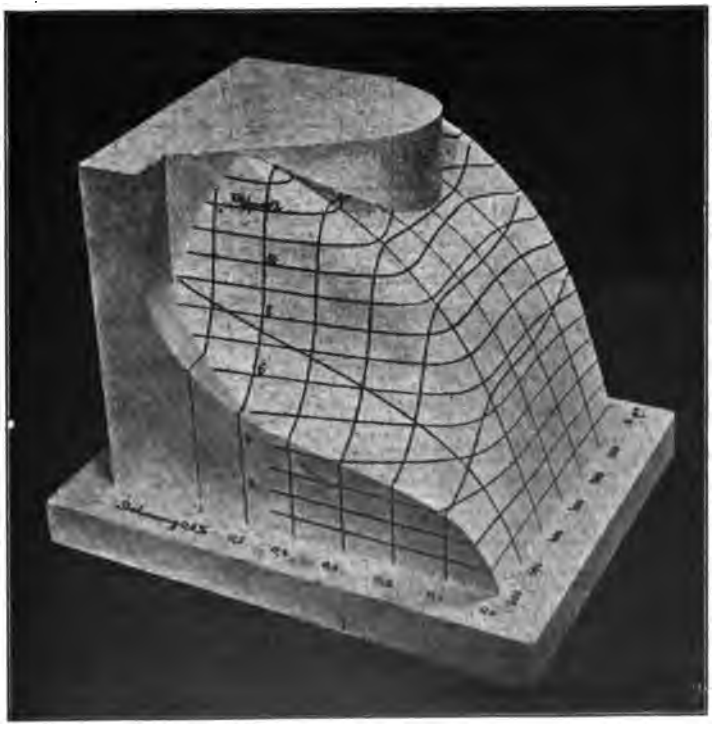


Fig. 4.

Tabelle 3. **Zugversuche mit Gußeisen**

Stabdurchmesser = 10,0 mm; Querschnitt

Versuchsnummer	Stab entnommen aus Biegeprobe	Zeichen für die Art des Gießens[1])	Sprüft bei C°	Dehnungen in $\frac{1}{10000}$ % bei den übergeschriebenen Spannungen													
				1,27	1,91	2,55	3,18	3,82	4,46	5,10	5,73	6,36	7,01	7,64	8,28	8,92	9,55
1	3	a	Zimmerwärme	151	245	346	456	580	715	865	1034	1223	1436	1676	1952	2281	2645
2	8	b		128	206	291	376	470	571	676	790	912	1049	1212	1371	1573	1782
3	7	b	100	159	237	346	427	532	655	783	931	1081	1269	1499	1746	2081	2527
4	8			161	242	333	431	530	640	774	897	1046	1215	1411	1641	1907	2234
5	7	b	300	152	248	350	454	565	684	842	969	1116	1303	1520	1764	2089	2417
6	8			205	285	382	501	587	713	824	965	1110	1274	1464	1677	1915	2201
7	1	a	400	117	204	294	392	499	613	738	879	1036	1198	1595	1601	1829	2110
8	2	a		151	233	323	469	512	632	749	890	1038	1189	1374	1573	1806	2049
9	9	b		161	258	365	485	593	720	872	1010	1185	1372	1577	1804	2077	2317
10	9	b	500	263	430	649	865	1155	1573	2165	3096	—	—	—	—	—	—
11	9			165	290	414	586	809	1062	1351	1739	2259	3039	—	—	—	—
12	9	b	600	196	376	584	1089	2020	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	8			187	398	636	1205	3223	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) a in nassem Sande, liegend gegossen; b in trockenem Sande, steigend (1 : 10).

II. Versuche mit Stahlguß.

Die Untersuchung erstreckte sich auf 21 Probestäbe, die nach Angabe des Antragstellers Rohrköpfen für Wasserrohrkessel entnommen waren. Die Stäbe von 25 × 30 mm Querschnitt und 180 mm Länge wurden ohne Zeichen an die Versuchsanstalt eingeliefert und beliebig auf folgende Versuchsreihen vertheilt:

1. Zugversuche bei Zimmerwärme (20 C°):
   a) mit 2 Stäben im Anlieferungszustande,
   b) mit 2 Stäben, die bei 600 C° geglüht und dann schnell an der Luft erkaltet waren und

bei verschiedenen Wärmegraden.

= 78,5 qmm; Meßlänge = 110 mm.

in kg/qmm				Bruchlast			Dehnung bezogen auf die Länge der Theilung in %	Mittlere Entfernung der Bruchstelle von der nächsten Endmarke mm	Angaben über das Aussehen der	
				Gesammt	Spannung kg/qmm				Bruchfläche	Oberfläche nach dem Bruch
10,19	10,82	11,46	12,10	kg	Einzelwerthe	Mittel				
3077	3572	4260	5056	990	12,6	13,0	0,8	40	Feinkörnig, meist schwach glänzend mit matten Stellen.	
2029	2330	2698	3135	1050	13,4		0,5	10		
—	—	—	—	770	9,8	10,5	0,2	20	Desgl. mit Poren.	Schwach porös.
2618	3132	—	—	870	11,1		0,2	30		
2856	—	—	—	830	10,6	11,4	0,2	20	Bruchflächen wegen Anhaften von Theilen des Wärmebades nicht zu erkennen.	
2521	—	—	—	960	12,2		0,5	5		
2426	2775	3182	3774	1130	14,4	13,9	0,6	In der letzten Theilmarke gerissen	Feinkörnig und schwach glänzend.	Unverändert.
2305	2644	3469	—	1210	15,4		0,6	40		
2700	3122	3578	—	940	12,0		0,3	10		
—	—	—	—	690	8,8	8,8	0,8	30	Bruchflächen wegen Anhaften von Theilen des Wärmebades nicht zu erkennen.	
—	—	—	—	680	8,7		0,4	10		
—	—	—	—	380	4,8	4,3	0,8	10	Desgl.	Schwach porös.
—	—	—	—	300	3,8		0,1	30		

c) mit 2 Stäben, die auf 600 C° erhitzt und dann in Wasser von 100 C° abgeschreckt waren.

2. Zugversuche bei höheren Wärmegraden:

a) mit 2 Stäben bei 194 C°,
b) „ 2 „ „ 400 C° und
c) „ 2 „ „ 600 C°.

3. Biegeproben:

mit 2 auf 20 Durchmesser abgedrehten Stäben im Anlieferungszustande, 2 geglühten, 2 in Wasser von 28 C° abgeschreckten und 2 blauwarmen Stäben, sowie ferner mit einem rothglühenden Stabe.

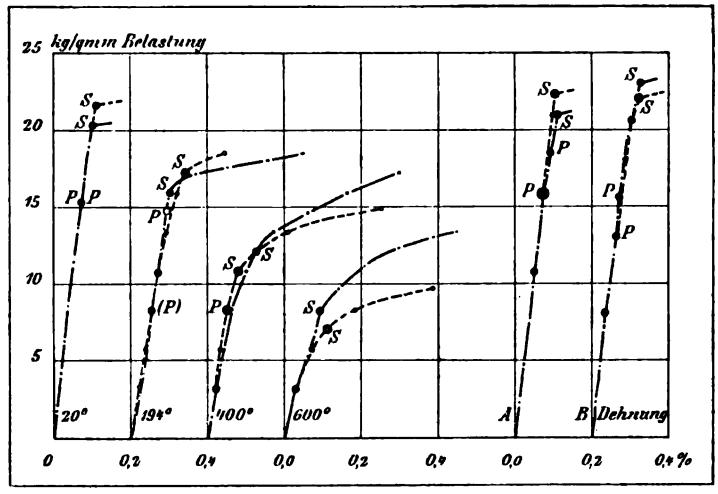


Fig. 5.
Zugversuche mit Stahlformguß bei verschiedenen Wärmegraden (20 – 600 C°) und verschiedenen Materialzuständen.

Materialzustand:

A bei 600 C° geglüht und an der Luft erkaltet,

B auf 600 C° erhitzt, in Wasser von 100 C° abgeschreckt, an der Luft erkaltet.

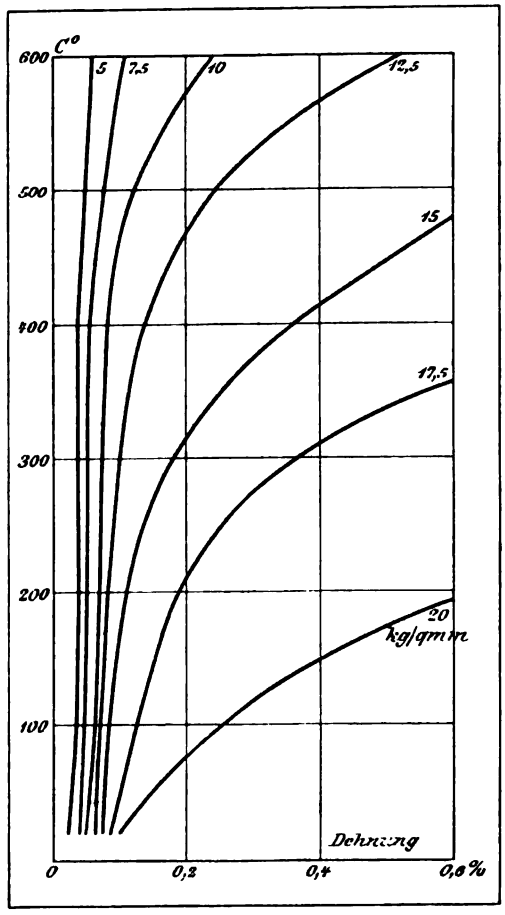


Fig. 6. Linien gleicher Spannung bei verschiedenen Wärmegraden und Dehnungen.
Material: Stahlformguß.

Die mit Spiegelapparaten beobachteten Beziehungen zwischen Spannung und Dehnung sind aus den Schaulinien Fig. 5 zu ersehen. Die Lage der Proportionalitäts- und Streck-Grenzen ist durch Kreise und die daneben geschriebenen Zeichen P und S gekennzeichnet. Aus den in Fig. 5 nicht eingetragenen Ausgleichslinien für die Parallelversuche sind die Beobachtungspunkte zum Verzeichnen der Schaulinien Fig. 6 entnommen, die zeigen, wie die Dehnungen (Abscissen) bei gleichen Spannungen (am Ende der Linien niedergeschrieben) durch die Erwärmung (Ordinaten) verändert wurden. Nach diesen Schaulinien ist schließlich die in Fig. 7 wiedergegebene körperliche Darstellung des Dehnungsverlaufes angefertigt. Sie zeigt, wie die P-Grenze und S-Grenze durch die Erwärmung heruntergebracht wurden.

Die Endergebnisse der Zugversuche sind aus Tab. 4 zu ersehen. Die nach ihnen verzeichneten Schaulinien, Fig. 8, zeigen, daß

1. die Dehnungszahl α mit zunehmender Erwärmung des Stabes um Weniges steigt,
2. die Spannung an der P-Grenze σ_P bis 200 C° nahezu unverändert bleibt, dann aber schnell heruntergeht und

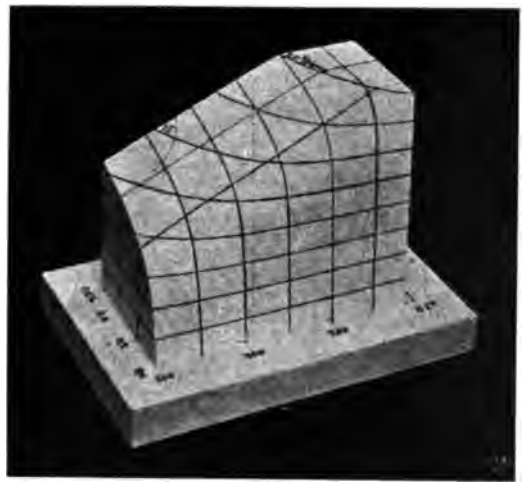


Fig. 7.

3. die Spannung an der S-Grenze σ_S mit zunehmender Wärme nahezu proportional abnimmt.
4. Die Bruchspannung σ_B erreicht, anfänglich mit der Erwärmung zunehmend, bei etwa 200 C° ihren Höchstwerth, bei etwa 330 C° den gleichen Werth wie bei Zimmerwärme und geht dann mit steigender Wärme sehr schnell herunter.
5. Die Bruchdehnung δ nimmt durch die Erwärmung auf etwa 200 C° um etwa 50 % des bei Zimmerwärme ermittelten Werthes ab und bei höheren Wärme-

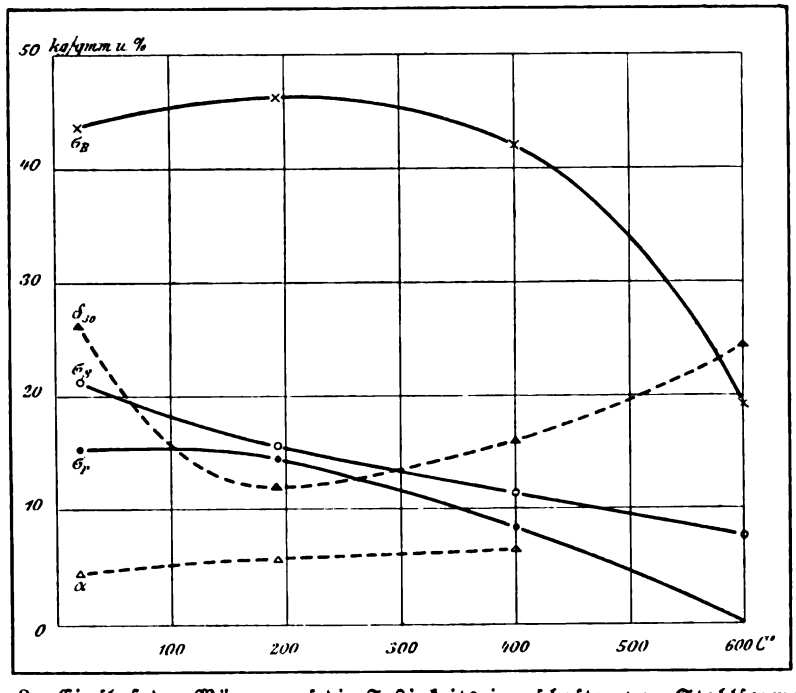


Fig. 8. Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften von Stahlformguß.

Tabelle 4. **Zugversuche mit Stahlformguß bei verschiedenen Wärmegraden und verschiedenen Materialzuständen.**

Stab Nr.	Zustand des Materials	Geprüft bei Wärme in C°	Abmessungen: Durchmesser mm	Abmessungen: Querschnitt qmm	Dehnungszahl α mm 10^{-1}	Elastizitätsmodul kg qmm	Spannungen kg/qmm: Proportionalitätsgrenze σ_P	Spannungen kg/qmm: Streckgrenze σ_S	Spannungen kg/qmm: beim Bruch σ_B	Verhältniß $\frac{\sigma_S}{\sigma_B}$ %	Dehnung bezogen auf eine Länge von: 60 mm je 30 mm von der Bruchstelle %	Dehnung bezogen auf eine Länge von: 90 mm %	Querschnittsverminderung %	Mittlere Entfernung der Bruchstelle von der nächsten Endmarke mm
1	Anlieferung	Zimmerwärme 20	10,0	78,5	479	20 850	15,3	20,4	43,9	46	31,4	27,7	49	40
2			10,0	78,5	479	20 850	15,3	21,7	43,9	49	21,4	20,3	21	5
Mittel			—	—	**479**	**20 850**	**15,3**	**21,1**	**43,9**	**48**	26,4	24,0	**35**	—
3	Anlieferung	194	10,0	78,5	581	17 200	14,6	[15,9]	[42,4]	38	[7,8]	[6,9]	[13]	30
4			10,0	78,5	(588)	(17 000)	(8,3)	17,2	50,0	34	16,1	14,6	33	15
Mittel			—	—	[581]	[17 200]	[14,6]	[16,6]	[46,2]	**36**	[12,0]	[10,8]	23	—
5	Anlieferung	400	10,0	78,5	—	—	P nicht zu erkennen	12,1	42,4	29	12,2	11,5	17	20
6			10,0	78,5	636	15 700	8,3	10,8	41,7	26	19,9	19,2	22	10
Mittel			—	—	[**636**]	[**15 700**]	[8,3]	**11,5**	**42,1**	**28**	**16,1**	15,4	19,5	—
7	Anlieferung	600	10,0	78,5	—	—	P nicht zu erkennen	8,3	20,7	40	(21,5)	(19,2)	27	20
8			10,0	78,5	—	—	P nicht vorhand.	[7,0]	17,9	39	(27,9)	(25,5)	33	20
Mittel			—	—	—	—	—	[7,7]	**19,3**	**40**	(24,7)	(22,4)	**30**	—
9	Bei 600 C° geglüht, an der Luft erkaltet	Zimmerwärme	10,0	78,5	487	20 500	[15,9]	[21,0]	[41,2]	51	[14,0]	[12,7]	[27]	40
10			10,0	78,5	472	21 200	18,5	22,3	44,8	50	29,1	25,3	34	40
Mittel			—	—	**480**	**20 850**	[17,2]	[21,7]	[43,0]	**51**	[21,6]	[19,0]	[30,5]	—
11	Von 600 C° in Wasser von 100 C° abgeschreckt, dann an der Luft erkaltet	Zimmerwärme	10,1	80,1	472	21 200	15,6	23,1	47,6	49	27,6	24,2	40	20
12			10,1	80,1	472	21 200	14,4	21,8	46,1	47	14,9	13,8	18	30
Mittel			—	—	**472**	**21 200**	**15,0**	**22,5**	46,9	**48**	**21,3**	**19,0**	29	—

graden wieder langsam zu; erst bei 600 C° wurde die gleiche Dehnbarkeit wie bei Zimmerwärme wieder erreicht.

6. Das Ausglühen bei 600 C° mit nachfolgendem Erkalten an der Luft bewirkte gegen den Zustand, in dem das Probematerial angeliefert wurde, keine nennenswerthen Veränderungen.
7. Durch das Abschrecken aus 600 C° in Wasser von 100 C° wurden die P- und S-Grenze nicht wesentlich verändert, die Bruchfestigkeit nahm um Weniges zu und die Bruchdehnung etwas ab.

Nach den Ergebnissen der Biegeproben (s. Tab. 5) brachen die Stahlgußproben bei Zimmerwärme nach Erreichung der Biegegröße $B_g = 61$; rothwarm (etwa 750 C°) ließen sie sich dagegen vollständig zusammenbiegen, nur eine an der Oberfläche liegende Härteader war aufgesprungen.

Durch das Ausglühen bei 750 C° war die Biegegröße von 61 auf 71 gestiegen; bei der blauwarmen Probe betrug sie dagegen nur 56 und durch das Abschrecken von 750 C° in Wasser von 28 C° war sie auf 1,4 herunter gegangen, das Material also spröde geworden.

Tabelle 5. **Biegeproben mit Stahlformguß.**

Probe Nr.	Zustand der Probe bei der Prüfung	Durchmesser der Probe a	Biegungswinkel	Durchmesser an der Biegestelle mm	Biegungshalbmesser auf halbe Probendicke ϱ mm	Biegegröße $B_g = \frac{50\,a}{\varrho}$ Einzelwerthe	Biegegröße $B_g = \frac{50\,a}{\varrho}$ Mittel	Bemerkungen
13	Anlieferung	20,0	135	24	22	45	61	Vollständiger Bruch
14		20,0	180	6	13	77		Anrisse
15	Bei 750 C° ausgeglüht	20,0	180	8	14	71	71	Starker Anbruch
16		20,0	180	8	14	71		
17	Auf 750 C° erhitzt und in Wasser von 28 C° abgeschreckt	20,0	4	1560	790	1,3	1,4	Vollständiger Bruch
18		20,0	9	1360	690	1,5		
19	blauwarm (350 C°)	20,0	180	10	15	67	56	Risse in Fehlstelle
20		20,0	140	24	22	45		Starker Anbruch
21	rothwarm (750 C°)	20,3	180	—	10,8	100	100	Härteader aufgesprungen, sonst unverletzt

III. Versuche mit getempertem Eisenguß.

Die Versuche wurden auf Antrag des Reichsmarine-Amtes in gleicher Weise durchgeführt, wie die vorstehend besprochenen Versuche mit Stahlguß. Die Probestäbe wurden in der Versuchsanstalt einer Wasserkammer aus getempertem Eisenguß entnommen, die von der Firma Viclausse in Paris geliefert war. Die Proben wurden aus den Außen-Wandungen der Kammer kalt herausgeschnitten. Die Zugproben wurden zu kleinen Flachstäben herge-

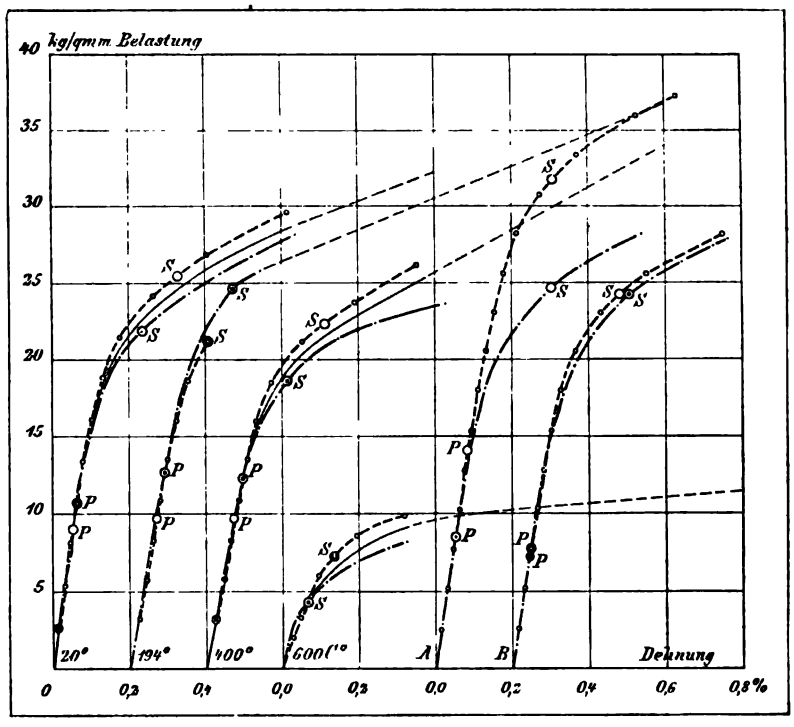


Fig. 9. Zugversuche mit Temperguß bei verschiedenen Wärmegraden (20—600 C°) und Materialzuständen.

Materialzustand: A bei 600 C° geglüht und an der Luft erkaltet,
B auf 600 C° erhitzt, in Wasser von 100 C° abgeschreckt, an der Luft erkaltet.

Tabelle 6. **Zugversuche**

Stab Nr.	Zustand des Materials	Geprüft bei Wärme in C°	Abmessungen			Dehnungszahl α in %	Elastizitätsmodul	Spannungen kg/qmm		
			Breite	Dicke	Querschnitt			Proportionalitätsgrenze	Streckgrenze	beim Bruch
			mm	mm	qmm	10^{-7}	kg/qmm	σ_P	σ_S	σ_B
13	Anlieferung	Zimmerwärme 20	12,0	6,5	78,0	606	16 500	9,0	21,8	31,7
16			12,0	6,2	74,4	602	16 600	10,8	25,5	32,7
Mittel			—	—	—	**604**	**16 550**	**9,9**	**23,7**	**32,2**
17	desgl.	194	12,2	6,8	83,0	709	14 100	12,7	24,7	36,7
19			12,0	6,5	78,0	709	14 100	9,6	(21,2)	(22,4)
Mittel			—	—	—	**709**	**14 100**	**11,2**	[24,7]	[36,7]
15	desgl.	400	12,0	6,5	78,0	(725)	(13 800)	(9,6)	18,6	34,0
18			12,0	6,5	78,0	781	12 800	12,2	22,4	34,0
Mittel			—	—	—	[781]	[12 800]	[12,2]	**20,5**	**34,0**
14	Anlieferung	600	12,0	6,6	79,2	—	—	P nicht vorhanden	4,4	11,4
22			12,0	6,3	75,6	[1418]	[7 050]	[3,3]	7,3	14,9
Mittel			—	—	—	[1418]	[7 050]	[3,3]	**5,9**	**13,2**
20 E	Bei 600 C° geglüht, an der Luft abgekühlt	Zimmerwärme	12,2	5,8	70,8	606	16 500	8,5	24,7	38,0
23			12,0	6,5	78,0	606	16 500	14,1	31,7	37,8
Mittel			—	—	—	**606**	**16 500**	**11,3**	**28,2**	**37,9**
21 E	Von 600 C° in Wasser von 100 C° abgeschreckt, dann an der Luft erkaltet	desgl.	12,0	6,9	82,8	617	16 200	7,2	24,2	33,8
24			12,0	6,5	78,0	[606]	[16 500]	[7,7]	24,4	36,5
Mittel			—	—	—	[612]	[16 350]	[7,5]	**24,3**	**35,2**

richtet. Die Biegeproben wurden allseitig auf die in Tab. 7 angegebenen Abmessungen bearbeitet; die Kanten wurden gebrochen.

Die Zugproben 20 und 21 waren unganz, sie wurden durch die Proben 20 E und 21 E ersetzt. (s. Tab. 6).

Der Verlauf der Dehnung ist, soweit er mit den Spiegelapparaten beobachtet wurde, durch die starken Linien Fig. 9 dargestellt. Die feinen Linien geben die Ausgleichung des Mittels für die beiden Parallelversuche. Der punktirte Theil dieser Ausgleichslinien ist unter Berücksichtigung der Bruchspannungen und der Dehnungen nach dem Bruch durch Extrapolation erhalten. Die feinen Linien geben daher mit guter Annäherung den Verlauf der Dehnung bis zum Bruch. Ihnen sind die Festpunkte zum Verzeichnen der Schaulinien Fig. 10 und 11 entnommen, von denen die ersteren Linien gleicher Dehnung bei verschiedenen Spannungen und die letzteren Linien gleicher Spannung bei verschiedenen Dehnungen darstellen. Nach den Linien Fig. 11 ist wieder die körperliche Darstellung Fig. 12 gefertigt.

Tab. 6 enthält die Endergebnisse der Zugversuche, nach denen die Schaulinien Fig. 13 verzeichnet sind. Sie zeigen, daß:

mit Temperguß.

Verhältniß $\frac{\sigma_S}{\sigma_B}$ in %	Dehnung bezogen auf eine Länge von: 60 mm je 30 mm von der Bruchstelle δ_{30} %	Dehnung bezogen auf eine Länge von: 90 mm δ_1 %	Querschnittsverminderung %	Mittlere Entfernung der Bruchstelle von der nächsten Endmarke mm	Angaben über das Aussehen der: Bruchfläche	Angaben über das Aussehen der: Oberfläche nach dem Bruch
69	1,1	0,9	3	35	Körnig, glänzend, 13 mit Fehlstelle und 16 mit matter Stelle	Unverändert
78	0,8	0,7	0	35		
74	1,0	0,8	1,5	—		
67	1,4	1,2	5	3	Uneben, rissig	
(95)	(0,6)	(0,4)	(1)	5	Mit Fehlstelle	
[67]	[1,4]	[1,2]	[5]	—		
55	1,4	1,0	1	20	Schief zur Achse, uneben	
66	1,0	0,8	0	30		
61	1,2	0,9	0,5	—		
39	2,2	2,0	3	40	Zackig, unganz	Querriß, sonst unverändert
49	2,0	1,7	5	40		
44	2,1	1,9	4	—		
65	1,3	1,0	1	20	Körnig, glänzend mit matter Stelle	Unverändert
84	0,4	0,4	1	20		
75	0,9	0,7	1	—		
72	1,1	0,9	2	10		
67	1,4	1,1	5	5		
70	1,3	1,0	4	—		

1. die Dehnungszahl α durch das Erhitzen bis auf 400 C° in geringem Maße, bei höheren Wärmegraden aber erheblich zunimmt;
2. die Spannungsgrenzen σ_P, σ_S und σ_B mit zunehmender Wärme zunächst höher gehen und darauf schnell abnehmen. Die Höchstwerthe wurden erreicht: für σ_P bei 350 C°, für σ_S bei 230 C° und für σ_B bei 280 C°;
3. die Bruchdehnung nahm durch das Erhitzen nur wenig oder garnicht zu.

Die Biegsamkeit der Tempergußproben (s. Tab. 7) war in der Blauwärme mit $B_g = 3{,}7$ und bei Rothwärme mit $B_g = 12{,}9$ größer als bei Zimmerwärme mit $B_g = 1{,}3$. Durch Ausglühen scheint sie ebenfalls gesteigert zu sein; durch Abschrecken wurde sie dagegen vermindert.

Vergleicht man das Verhalten der drei untersuchten Sorten gegossenen Eisens mit einander, so zeigt sich der geprüfte Temperguß widerstandsfähiger gegen den Einfluß der Wärme als der geprüfte Stahlformguß, indem er seine ursprünglichen Eigenschaften bis zu höheren Wärmegraden bewahrte als letzterer.

Bei Zimmerwärme hatten der Temperguß und der Stahlguß annähernd gleiche Streckgrenze, der letztere aber höhere Bruchfestigkeit, höhere P-Grenze und größere Bruchdehnung.

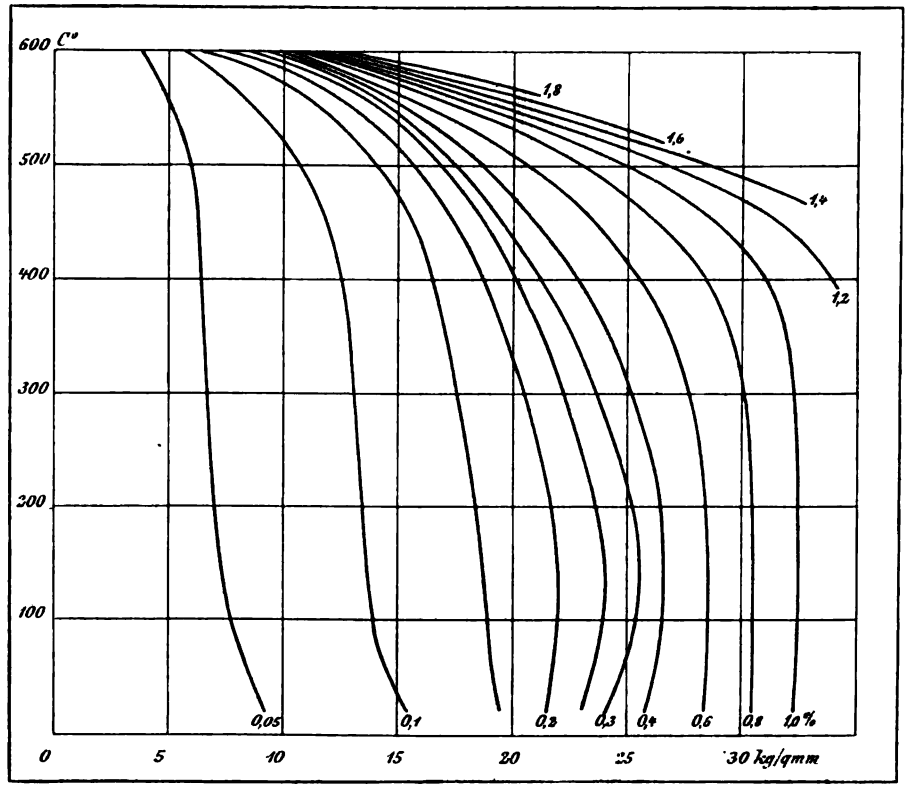


Fig. 10. Linien gleicher Dehnung bei verschiedenen Wärmegraden und Spannungen. Material: Temperguß.

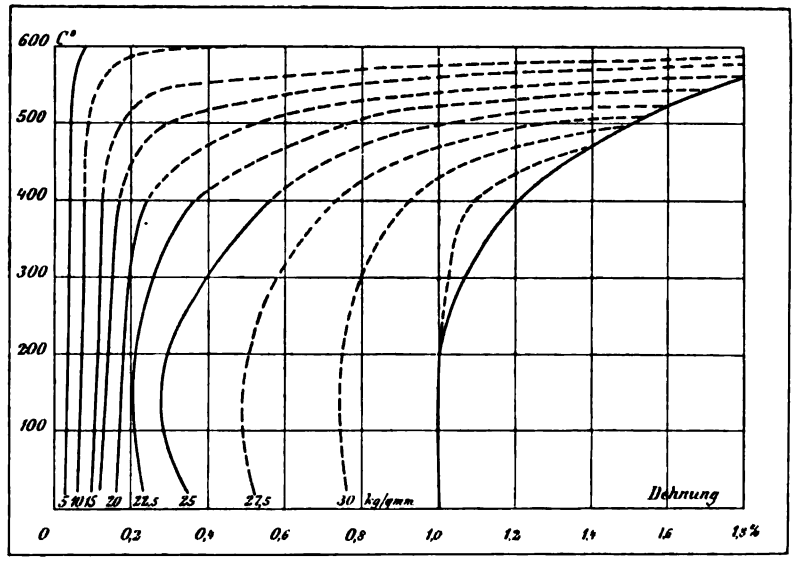


Fig. 11. Linien gleicher Spannung bei verschiedenen Wärmegraden und Dehnungen. Material: Temperguß.

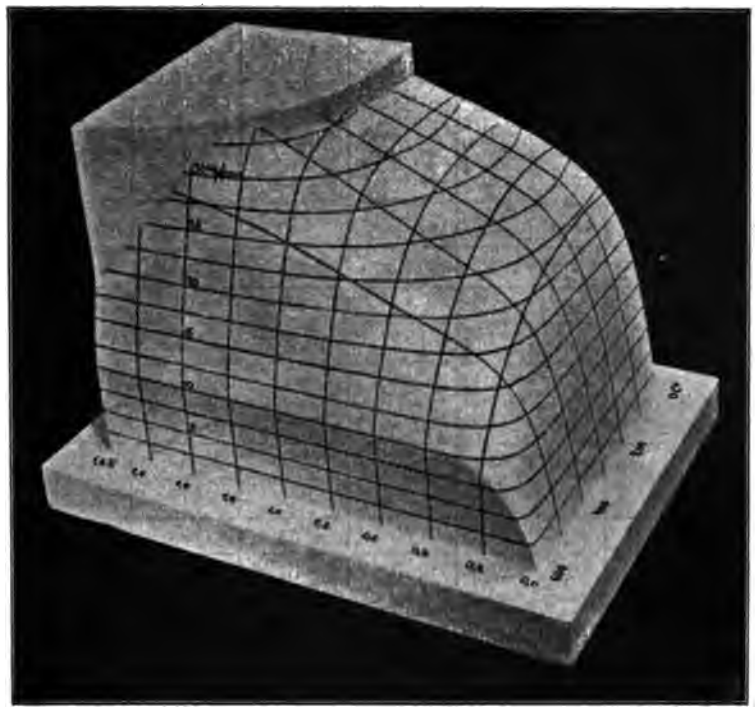


Fig. 12.

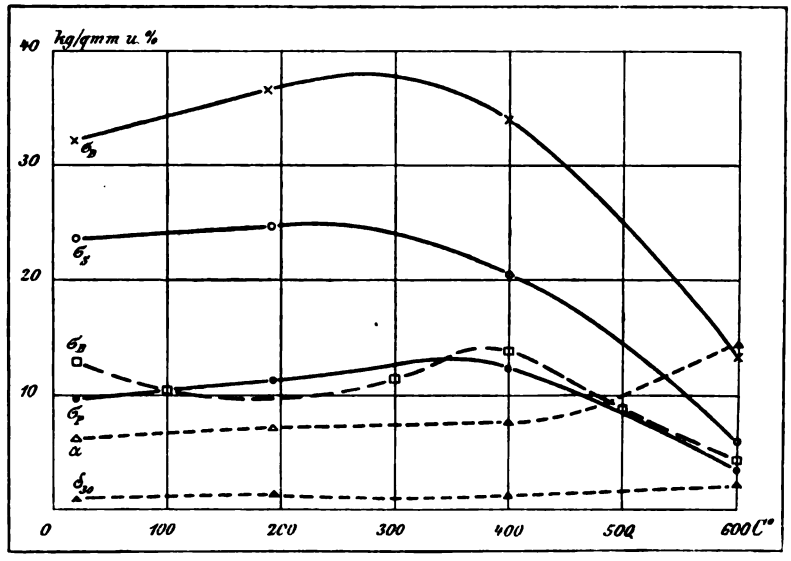


Fig. 13. Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften von Temperguß und Gußeisen.

——— Spannungen, – – – – – Dehnungen für Temperguß,
— — — Bruchspannung für Gußeisen.

Tabelle 7. **Biegeproben mit Temperguß.**

Stab Nr.	Zustand des Stabes	Abmessungen		Biegungswinkel	Durchmesser an der Biegestelle	Biegungshalbmesser auf halbe Probendicke	Biegegröße $B_g = \frac{50 \cdot a}{\varrho}$		Bemerkungen
		Dicke a mm	Breite mm		mm	ϱ mm	Einzel	Mittel	
1	Anlieferung	6,0	22,0	17	588	297	1	1,3	Sämmtliche Proben brachen bei den angegebenen Biegungen
7		7,3	21,8	22	485	246	1,5		
3	Bei 750 C° geglüht	6,7	21,8	12	—	—	—	[3,9]	
9		6,0	21,6	33	148	77	3,9		
5	Auf 750 C° erhitzt und in Wasser von 28 C° abgeschreckt	6,0	21,9	5	—	—	—	—	
11		7,7	21,8	8	—	—	—		
2	Blauwarm (350 C°)	6,5	21,9	50	107	57	5,7	3,7	
8		6,0	21,8	28	348	177	1,7		
4	Rothwarm (750 C°)	5,8	21,8	80	64	35	8,3	12,9	
10		6,6	21,9	110	31	19	17,4		

Bei 300 C° war σ_P bei beiden annähernd gleich groß, gleichzeitig waren beim Temperguß σ_s und α also auch das elastische Arbeitsvermögen größer als beim Stahlguß, dagegen bei letzterem δ und σ_B also das Arbeitsvermögen bis zum Bruch größer als beim Temperguß. Interessant wäre es nun gewesen mit beiden Eisensorten sowohl bei Zimmerwärme als auch bei 300 C° Dauerversuche angestellt zu haben, um nach deren Ergebnisse ermessen zu können, ob bei gleichen Spannungen das größere elastische Arbeitsvermögen oder das größere Arbeitsvermögen bis zum Bruch die größere Widerstandsfähigkeit gegen die Betriebsinanspruchnahme liefert.

Für das geprüfte Gußeisen erwies sich die Bruchfestigkeit bei allen Wärmegraden bis zu 600 C° annähernd so groß wie die Spannungen an der P-Grenze des untersuchten Tempergusses (s. gestrichelte Schaulinie Fig. 13).

IV. Versuche mit „geschmiedeter Bronze".

Das Probematerial, bestehend aus 4 Stangen von je etwa 1 m Länge und 29,5—30,0 mm Durchmesser, wurde von der Kaiserlichen Werft zu Kiel eingeliefert. Zwei Stangen wurden je 4 Stäbe (1—4 und 4—8) und den beiden anderen Stangen je 3 Stäbe (9—11 und 12—14) entnommen. Zu jeder der 7 Versuchsreihen bei verschiedenen Wärmegraden wurden 2 Stäbe aus verschiedenen Stangen verwendet, um den Einfluß zufälliger Ungleichartigkeiten des Materials der verschiedenen Stangen auf die Mittelwerthe möglichst auszugleichen.

Die Zusammensetzung der „Bronze" war nach Angabe der Werft die folgende:

Kupfer	57,4 %
Zink	40,4 „
Eisen	1,0 „
Zinn	1,0 „
Aluminium	0,1 „
Mangan	0,1 „

Den Verlauf der Dehnungen mit wachsenden Spannungen bis zum Fließen zeigen die Schaulinien Fig. 14; die Linien gleicher Dehnung zeigt Fig. 15 und die Linien gleicher

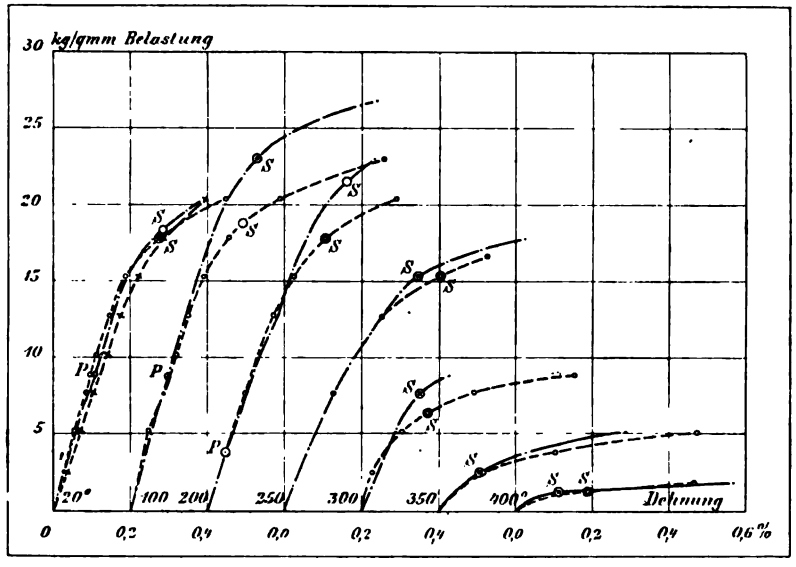


Fig. 14. Zugversuche mit geschmiedeter Bronze bei verschiedenen Wärmegraden.

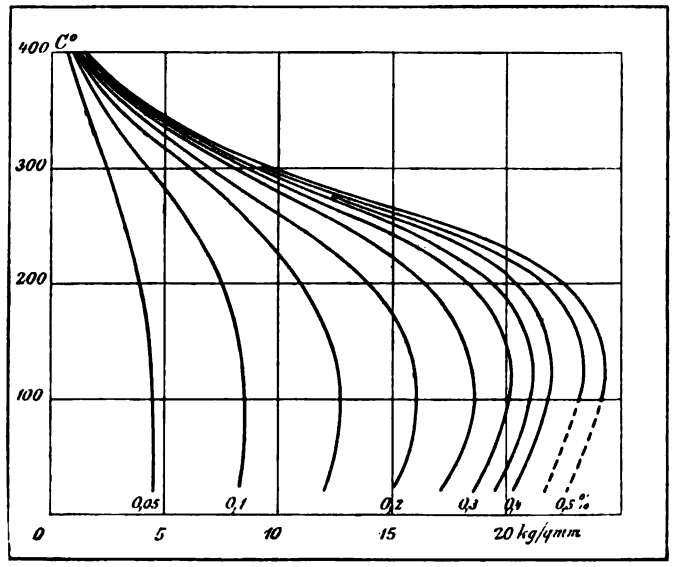


Fig. 15. Linien gleicher Dehnung bei verschiedenen Wärmegraden und Spannungen.

Material: **Geschmiedete Bronze.**

Spannungen Fig. 16. Nach letzteren ist wieder die körperliche Darstellung Fig. 17 gefertigt. Sie läßt erkennen, wie die Streckgrenze durch das Erhitzen bis auf etwa 130 C° gehoben wurde und dann durch weitere Steigerung der Versuchswärme schnell herunterging.

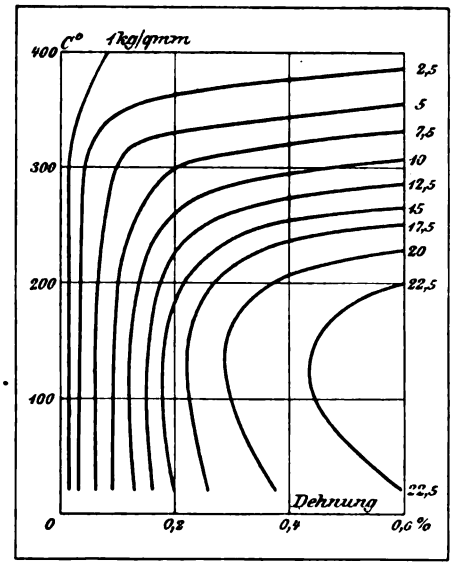


Fig. 16. Linien gleicher Spannung bei verschiedenen Wärmegraden und Dehnungen.
Material: **Geschmiedete Bronze.**

Fig. 17.

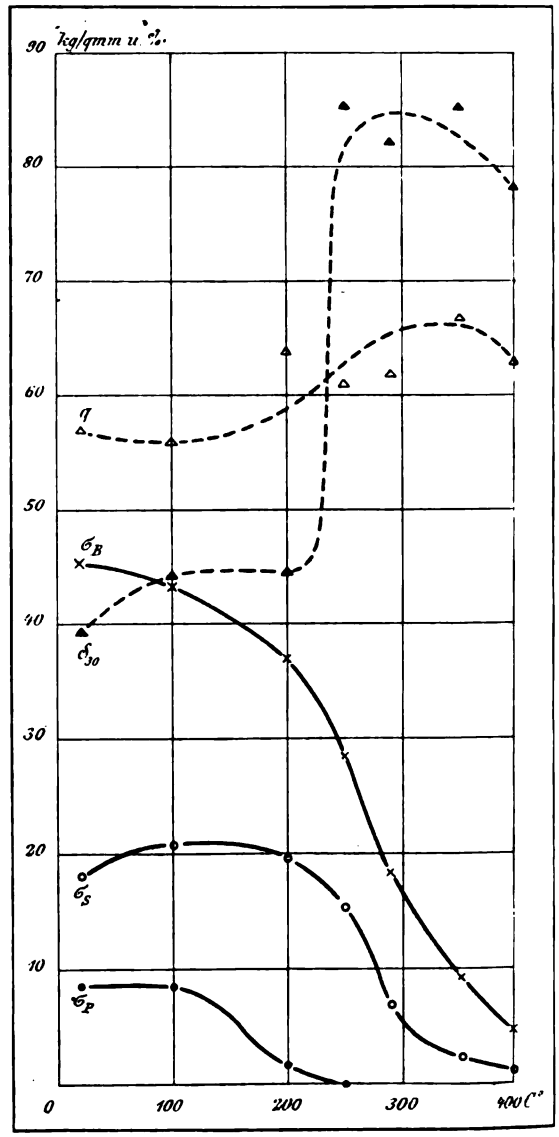


Fig. 18. Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften geschmiedeter Bronze.

Nach den Mittelwerthen aus den Zugversuchen (Tab. 8) sind die Schaulinien Fig. 18 verzeichnet. Sie verlaufen ganz ähnlich wie die seinerzeit für gewalztes Deltametall gefundenen[1]).

[1]) Rudeloff. „Untersuchungen über den Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften von Metallen". Mitthlg. 1893, S. 319.

Tabelle 8. **Zugversuche mit geschmiedeter Bronze bei verschiedenen Wärmegraden.**

Stab Nr.	Geprüft bei Wärme C°	Abmessungen		Dehnungszahl α	Elastizitätsmodul	Spannungen kg/qmm			Verhältniß $\frac{\sigma_S}{\sigma_B}\cdot 100$	Dehnung bezogen auf		Querschnittsverminderung q
		Durchmesser	Querschnitt			Proportionalitätsgrenze	Streckgrenze	Bruch		60 mm je 30 mm vom Bruch δ_{30}	90 mm δ_1	
		mm	qmm	mm 10^{-6}	kg/qmm	σ_P	σ_S	σ_B	%	%	%	%
1	20	10,0	78,5	120	8 350	8,9	18,4	45,2	41	38,8	35,1	55
5		10,0	78,5	114	[8 750]	8,9	17,8	45,2	39	39,8	36,7	59
Mittel		—	—	**117**	**8 550**	**8,9**	**18,1**	**45,2**	**40**	**39,3**	**35,9**	**57**
2	100	10,0	78,5	115	8 650	8,9	23,0	44,6	52	44,9	40,8	49
6		10,0	78,5	(115)	(8 650)	(5,1)	18,8	42,0	45	43,5	38,3	63
Mittel		—	—	**115**	**8 650**	[8,9]	**20,9**	**43,3**	**49**	**44,2**	**39,6**	**56**
3	200	10,0	78,5	—	—	0,0	21,5	38,2	56	44,6	36,6	63
7		10,0	78,5	122	8 200	3,8	17,8	35,7	50	44,8	41,1	64
Mittel		—	—	[122]	[8 200]	**1,9**	**19,7**	**37,0**	**53**	**44,7**	**38,9**	**64**
4	250	10,0	78,5	—	—	0,0	15,3	29,3	52	87,9	76,0	64
8		10,0	78,5	—	—	0,0	15,3	28,0	55	82,7	71,3	58
Mittel		—	—	—	—	**0,0**	**15,3**	**28,7**	**54**	**85,3**	**73,7**	**61**
9	290	10,0	78,5	—	—	0,0	7,6	18,8	40	101,3	82,9	67
12		10,0	78,5	—	—	0,0	6,4	18,2	35	62,9	48,4	57
Mittel		—	—	—	—	**0,0**	**7,0**	**18,5**	**38**	**82,1**	**65,7**	**62**
10	350	10,0	78,5	—	—	0,0	[2,5]	9,6	[26]	61,8	55,2	66
13		10,0	78,5	—	—	0,0	[2,5]	9,4	[27]	108,5	93,8	68
Mittel		—	—	—	—	**0,0**	**[2,5]**	**9,5**	**[27]**	**85,2**	**74,5**	**67**
11	400	10,0	78,5	—	—	0,0	[1,2]	4,7	[26]	73,1	65,2	64
14		10,0	78,5	—	—	0,0	[1,2]	5,0	[24]	83,3	70,4	62
Mittel		—	—	—	—	**0,0**	**[1,2]**	**4,9**	**[25]**	**78,2**	**67,8**	**63**

Bruchaussehen der bei 20 und 100 C° geprüften Stäbe: Hellgelb, matt, feinschuppig, Trichter.

Oberfläche bis zu 290 C° schwach knitterig, bei 350 und 400 C° eben. Probe 5a und 6a mit doppelter Einschnürung.

Die P-Grenze (σ_P) blieb bis 100 C° unverändert, fiel dann aber mit steigender Versuchswärme schnell. Bei 250 C° konnte keine Proportionalität zwischen Belastung und Dehnung mehr wahrgenommen werden.

Die Streckgrenze (σ_S) wurde, wie schon oben gesagt ist, durch Erhitzen bis etwa 130 C° etwas gehoben, um dann besonders bis zu 300 C° schnell abzufallen.

Die Bruchspannung (σ_B) nahm mit steigender Versuchswärme ab, besonders stark zwischen 200 und 350 C°. Bei 400 C° betrug sie nur noch 5 kg/qmm gegen 45 kg/qmm bei Zimmerwärme.

Die Bruchdehnung erfuhr durch Erhitzen auf 200 C° geringe Zunahme von 39 auf 45 %. Zwischen 200 und 300 C° stieg sie außerordentlich stark an bis auf etwa 85 % und ging dann bis 400 C° wieder auf 78 % zurück.

V. Versuche mit Hartblei.

Das Probematerial ging in zwei Sendungen ein, umfassend:

a) 3 gegossene Quadratstäbe von 30 × 30 mm Querschnitt und 1100 mm Länge,

b) 3 gegossene Stäbe von 24 × 24 mm Querschnitt und 516 mm Länge.

Beide Sendungen waren nach Angabe des Antragstellers gleiches Material mit 10 % Antimon-Gehalt.

Die unter a genannten Stäbe wurden zunächst bei 1000 mm Stützweite und Einzellast in der Mitte auf Biegungsfestigkeit geprüft und den sechs Stabhälften dann je eine Zug-, Druck- und Stauch-Probe entnommen.

Die Zugproben wurden auf die Form des Normalrundstabes (20 mm Durchmesser und 220 mm cylindrische Länge) abgedreht. Bei den Stauch- und Druckproben wurde die Beanspruchung auf die eben und parallel bearbeiteten Schnittflächen ausgeübt; die Seitenflächen blieben unbearbeitet. Sämmtliche Versuche wurden bei Zimmerwärme angestellt.

Den drei kürzeren Stäben der Sendung b wurden insgesammt 8 Rundstäbe mit etwa 10 mm Durchmesser entnommen. Von ihnen wurden 2 bei Zimmerwärme und je 3 bei 60 und 100 C° auf Zugfestigkeit geprüft.

Die Ergebnisse der Biege- Zug- und Druckversuche mit den 30 mm starken Quadratstäben, welche die allgemeinen Festigkeits-Eigenschaften des 10-prozentigen Hartbleies kennzeichnen, sind in Tab. 9 zusammengestellt. Von den Zugversuchen sind ferner Schaulinien im unteren Theil der Fig. 19 verzeichnet.

Tabelle 9. **Die Festigkeitseigenschaften des Hartbleis.**

Stab Nr.	Biegeversuche[1]				Zugversuche[2]								Druckversuche	
	Spannungen		Durchbiegungen[3]		Stab Nr.	Spannungen kg/qmm				Dehnungen			Spannungen	
	Biege-Grenze	Bruch	an der Biegegrenze	beim Bruch		Proport.-Grenze σ_P	Streckgrenze[4] σ_S	Bruch σ_B	Verhältniß σ_S/σ_B	Dehnungszahl α	Nach dem Bruch $\delta_{5,65}$	Nach dem Bruch $\delta_{11,3}$	Quetschgrenze	Bruch
	kg/qmm	kg/qmm	mm	mm					%	% · 10^{-6}	%	%	kg/qmm	kg/qmm
1	4,7	8,3	10,7	[28]	1	—	[3,0]	4,6	[65]	—	0,9	0,7	8,1	[12,5]
					2	1,0	[2,9]	5,4	[54]	370	—	—	7,6	(16,7)
2	4,7	8,9	10,5	[30]	7	—	[2,8]	5,3	[53]	—	0,8	0,7	7,9	11,9
					8	1,1	[2,9]	5,5	[53]	364	1,0	0,7	7,6	11,9
3	4,5	8,7	12,0	[53]	13	—	[3,4]	5,9	[58]	—	1,7	1,3	7,5	12,5
					14	1,5	[2,8]	6,0	[47]	370	2,4	2,2	7,8	12,3
Mittel	4,6	8,6	11,0	[37]	—	1,2	[3,0]	5,5	[55]	368	1,4	1,1	7,8	12,2

Bemerkungen: [1]) Mittlere Abmessungen: Höhe = 30,9 mm; Breite = 30,5 mm; Stützweite = 1000 mm.
[2]) Aus den Schaulinien ermittelt.
[3]) Mittlere Abmessungen: Durchmesser = 20 mm; Querschnitt = 314 qmm; Meßlänge = 200 mm.
[4]) Die Streckgrenze ist nicht scharf ausgeprägt, s. Fig. 19.

Bruchaussehen: Biegeproben: blaugrau mit vielen kleinen dunklen porösen Stellen, strahlig; bei Stab 1 und 2 gehen die Strahlen von einer Blase an dem meistgedehnten Rande aus. Im Kern glänzende Punkte.

Zugproben: blaugrau, feinschuppig, mit körnigen, glänzenden Einlagerungen; Stab 2 und 14 porös. Stab 1 mit Schalenguß.

Tabelle 10. Stauchversuche mit Hartblei.

Probe		Abmessungen				Specif. Schlagarbeit pro Schlag	Höhenverminderung in % der ursprünglichen Höhe nach dem Schlage						Schlagarbeit für 21 % Höhenverminderung
Nr.	entnommen aus der Biegeprobe Nr.	Höhe h	Querschnittskante a	Querschnittskante b	Inhalt		1	2	3	4	5	21	
		mm	mm	mm	ccm	mkg/ccm							mkg/ccm
6	1	29,3	30,8	30,6	27,6	0,25	2,7	4,8	7,2	8,9	10,9	34,1	2,7
11	2	29,6	30,2	30,3	27,1	1,24	11,1	20,6	28,7	35,8	41,6	—	2,6
12		30,0	30,3	30,2	27,5		10,7	20,0	28,3	35,3	41,7	—	2,6
17	3	29,3	29,9	29,8	26,1	1,25	11,9	21,5	29,7	—	—	—	2,5
18		29,2	29,4	29,4	25,2		12,0	21,6	30,1	—	—	—	2,5
5	1	28,9	31,2	31,2	28,1	2,5	21,1	—	—	—	—	—	2,5

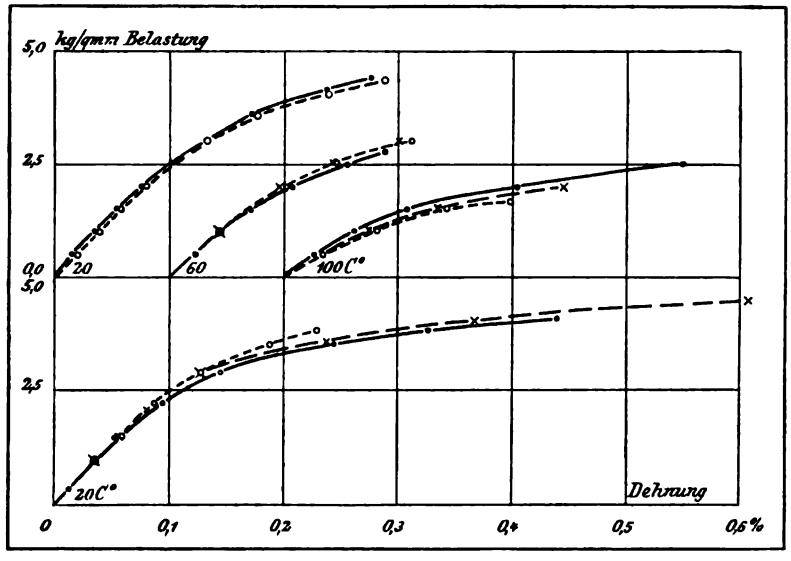


Fig. 19. Zugversuche mit Hartblei bei verschiedenen Wärmegraden.

Die Ergebnisse der Stauchversuche sind aus Tab. 10 zu ersehen. Die letzte Spalte dieser Tabelle enthält die Schlagarbeit, welche bei Anwendung von Schlägen verschiedener specif. Schlagarbeit zur Erzielung von 21 % Höhenverminderung erforderlich war. Sie ergab sich hiernach in Uebereinstimmung mit anderen Ortes angestellten Untersuchungen bei leichten Schlägen um Weniges größer als bei wuchtigen Schlägen.

Die Schaulinien aus den Zugversuchen bei verschiedenen Wärmegraden sind aus den oberen 3 Liniengruppen der Fig. 19 und die diesen Versuchen entstammenden Zahlenwerthe aus Tab. 11 zu ersehen.

Tabelle 11. Zugversuche mit Hartblei bei verschiedenen Wärmegraden.

Stab Nr.	Stab entnommen aus Probe Nr.	Geprüft bei Wärme C°	Abmessungen Durchmesser mm	Abmessungen Querschnitt qmm	Dehnungszahl α mm 10^{-6}	Elastizitätsmodul kg/qmm	Spannungen kg/qmm Proportionalitätsgrenze σ_P	Spannungen kg/qmm Streckgrenze σ_S	Spannungen kg/qmm Bruch σ_B	Verhältniß $\frac{\sigma_S}{\sigma_B} \cdot 100$ %	Dehnung bezogen auf 60 mm je 30 mm vom Bruch δ_{30} %	Dehnung bezogen auf 90 mm δ_1 %	Querschnittsverminderung %	Entfernung des Bruchs von der Endmarke mm
1	1	Zimmerwärme 20°	9,9	77,0	350	2860	1,8	[3,6]	4,6	[78]	—	0,1	0	2
7	3		10,0	78,5	365	2740	1,5	[3,6]	4,5	[80]	0,1	0,1	0	30
Mittel	—		—	—	358	2800	1,7	[3,6]	4,6	[79]	0,1	0,1	0	—
2	1	60°	10,0	78,5	—	—	0,0	[2,0]	5,0	[40]	4,6	3,9	4	10
4	2		10,0	78,5	—	—	0,0	[2,0]	4,0	[50]	0,5	0,7	0	25
8	3		10,0	78,5	—	—	0,0	[2,0]	4,1	[49]	0,7	0,8	0	40
Mittel	—		—	—	—	—	0,0	[2,0]	4,4	[46]	1,9	1,8	1	—
3	1	100°	10,0	78,5	—	—	0,0	[1,5]	2,9	[52]	0,5	0,8	0	30
5	2		10,0	78,5	—	—	0,0	[1,5]	2,6	[58]	1,2	1,0	4	30
9	3		10,0	78,5	—	—	0,0	[1,5]	2,8	[54]	1,0	0,9	0	30
Mittel	—		—	—	—	—	0,0	[1,5]	2,8	[55]	0,9	0,9	1	—

Bemerkungen: 1. Die Streckgrenze war bei keinem Stabe scharf ausgeprägt.
2. Bruchaussehen: Hellgrau, schwach glänzend, feinkörnig. Stab Nr. 2 gleichmäßig dicht, alle übrigen Brüche mit weißen Einlagerungen und Gußblasen.

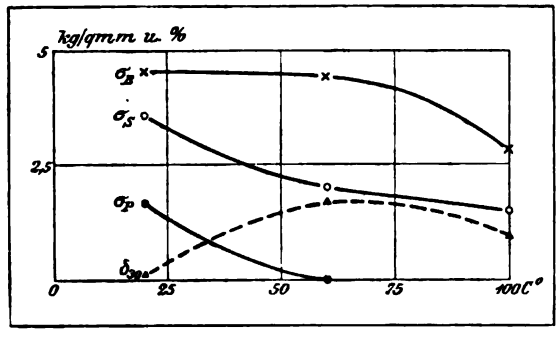


Fig. 20. Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften von Hartblei.

Die bei Zimmerwärme ermittelte Zugfestigkeit σ_B der verwendeten kleinen Stäbe ist die gleiche wie bei dem Normalstabe 1 aus der größeren Biegeprobe Nr. 1. Die P- und S-Grenze (σ_P und σ_S) liegt bei ersteren etwas höher und ihre Bruchdehnung ist erheblich geringer.

Der Einfluß der Wärme zeigt sich aus den nach den Mittelwerthen der Tab. 11 in Fig. 20 verzeichneten Schaulinien. Hiernach gingen σ_P und σ_S mit steigender Wärme beständig zurück; schon bei 60 C° wurde keine Proportionalität mehr wahrgenommen. Die Bruchfestigkeit blieb bis zu 60 C° nahezu unverändert; bei weiterem Erhitzen nahm sie schnell ab. Die Bruchdehnung nahm mit steigender Wärme zunächst zu und dann wieder ab.

3. Kupfer und Sauerstoff.

E. Heyn, Ingenieur, Charlottenburg.

Zu den wichtigsten und dringendsten Aufgaben der Lehre von den Metallen und Legirungen gehört die Untersuchung des Einflusses von Gasen auf diese Körper im festen und flüssigen Zustand. Die Versuchsanstalt ist bisher bestrebt gewesen, ihren Theil an der Erforschung der anscheinend verwickelten Beziehungen zwischen Gasen und Metallen beizutragen, soweit dies im Rahmen ihrer Ziele liegt. Die Ergebnisse der einschlägigen Arbeiten sind mitgetheilt in folgenden Zeitschriften: „Stahl und Eisen", 1900 Nr. 16: E. Heyn: Eisen und Wasserstoff; ferner in „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure": 1900, Heft 14 und 16: E. Heyn: Die Umwandlung des Kleingefüges u. s. w., wo am Schlusse einige Angaben über vorläufige Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Kupfer und Wasserstoff bei Rothgluth gemacht sind. Einen weiteren Beitrag zur Lösung der oben bezeichneten Aufgabe soll die folgende Arbeit über die Beziehungen zwischen Kupfer und Sauerstoff liefern. Es ist dabei vorwiegend beabsichtigt worden, zu ermitteln, in welcher Form der Sauerstoff im flüssigen und festen Kupfer enthalten ist; der Einfluß des Sauerstoffgehaltes auf die mechanischen Eigenschaften des Kupfers soll nur gestreift werden.

Es ist von vornherein selbstverständlich und auch allgemein angenommen, daß der Sauerstoff im Kupfer nur in Form einer chemischen Verbindung mit diesem Metall vorhanden sein kann. Von den beiden bekannten Oxydationsstufen des Kupfers kommt nur das Kupferoxydul in Betracht, weil Kupferoxyd in Gegenwart von überschüssigem Kupfer sofort zu Oxydul reducirt wird. Es handelt sich nun aber darum, zu ermitteln, in welcher Weise das Kupferoxydul im flüssigen und festen Kupfer enthalten ist.

Die regelmäßig zu beobachtende Erscheinung, daß geschmolzenes Kupfer, sobald es Gelegenheit hatte, Sauerstoff aufzunehmen, nach der Erstarrung Kupferoxydul zurückbehält, lehrt, daß flüssiges Kupfer und Kupferoxydul, wenigstens bis zu einem bestimmten Procentgehalt an letzterem, eine homogene Lösung nach Art der Salzlösungen zu bilden im Stande sind. Andernfalls müßte ja nach genügend langem Stehen das Kupferoxydul im Kupferbade an die Oberfläche steigen, und so in der unteren Schicht ein oxydulfreies Kupfer hinterlassen.

Bei der Erstarrung solcher Lösungen, deren beide Bestandtheile allgemein mit A und B bezeichnet werden sollen, sind nun zwei verschiedene Möglichkeiten denkbar:

I. Die beiden Bestandtheile A und B bilden feste Mischkrystalle, feste Lösung, d. h. die im flüssigen Zustande bestehende gegenseitige Löslichkeit bleibt auch im festen Zustande bestehen.

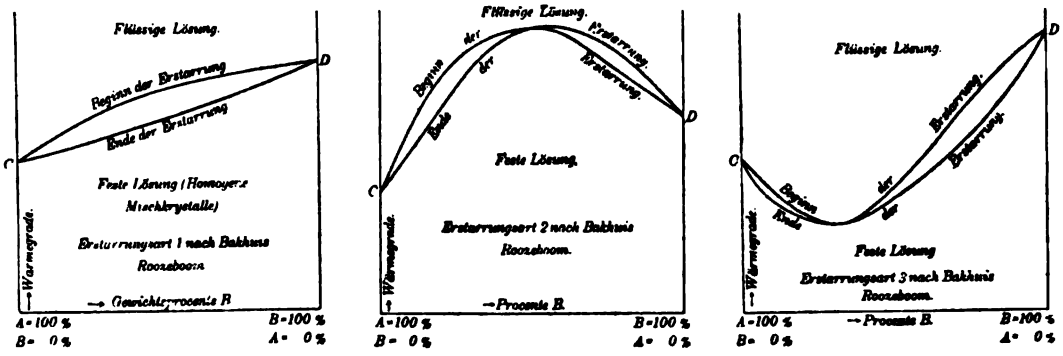
II. Die Löslichkeit der beiden Bestandtheile A und B im festen Zustande ist eine beschränkte; es vermögen sich nur Mischkrystalle von A mit B bis zu einem bestimmten Höchstgehalt an B und Mischkrystalle von B mit A bis zu einem Höchstgehalt von A zu bilden, oder nach Bakhuis Roozeboom's Ausdrucksweise, die Reihe der Mischkrystalle hat eine Lücke. Als besonderer Fall ist ins Auge zu fassen, wenn die Löslichkeit der beiden Stoffe A und B im festen Zustand gleich Null ist; dann müssen sich nach erfolgter Erstarrung der Lösung die beiden Bestandtheile von einander vollkommen getrennt haben; es besteht im festen Zustande nur noch ein Gemenge der beiden reinen Körper A und B.

Während bis vor Kurzem nur die Erstarrungserscheinungen in dem letzteren besonderen Falle genauer bekannt waren, sind durch die werthvollen Arbeiten von Bakhuis Rooze-

boom[1]) auf Grund thermodynamischer Betrachtungen die Erstarrungsvorgänge in den übrigen Fällen klargelegt. Sie lassen sich durch die folgenden, der Arbeit von Roozeboom entnommenen Schaubilder darstellen. Bezüglich der näheren Erläuterung derselben muß auf die Originalarbeit selbst verwiesen werden.

I. Die flüssige Lösung erstarrt zu einer ununterbrochenen Reihe von Mischkrystallen.

Erstarrungsart 1, 2 und 3. Die Erstarrung erfolgt in der Art wie es die Schaubilder Fig. 1—3 andeuten. Die Zahl der Phasen ist vor und nach der Erstarrung gleich 1.



C: Erstarrungspunkt des reinen Stoffes A. D: Erstarrungspunkt des reinen Stoffes B.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Nach Abkühlung bis zu gewöhnlicher Zimmerwärme beobachtet man unter dem Mikroskop einen einzigen Gefügebestandtheil, bezw. Krystallkörner dieses einzigen Gefügebildners. Sein Gehalt an Stoff B wechselt je nach der Zusammensetzung der ursprünglichen flüssigen Lösungen zwischen 0 und 100 %; dementsprechend wechseln auch seine physikalischen Eigenschaften.

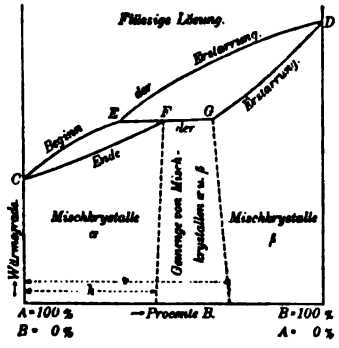
II. Die flüssige Lösung erstarrt zu einer unterbrochenen Reihe von Mischkrystallen.

Erstarrungsart 4 (nach Bakhuis Roozeboom). S. Fig. 4. Bei gewöhnlicher Zimmerwärme beobachtet, bestehen Legirungen mit 0 bis h % an Stoff B aus einer einzigen Phase α, ebenso Legirungen mit i bis 100 % an B aus einer einzigen Phase β. Die dazwischen liegenden Legirungen jedoch mit h bis i % an Stoff B bestehen aus 2 Phasen. Bezüglich des Kleingefüges läßt sich daraus Folgendes ableiten. Bei Gehalten von 0 bis h % an B wird das Gefüge gebildet aus Krystallen des Gefügetheiles α, dessen Zusammensetzung innerhalb der Grenzen 0 bis h % B je nach der Zusammensetzung der flüssigen Legirung wechselt, und dessen Eigenschaften sich mit dem Gehalt an Stoff B ebenfalls ändern. Bei Gehalten von i bis 100 % bemerkt man Krystalle des Gefügetheils β. Bei Legirungen mit h bis i % an B müssen zwei Gefügebestandtheile α und β erkennbar sein, deren Gehalt an Stoff B bezw. h und i % beträgt.

Erstarrungsart 5 (nach Bakhuis Roozeboom). Vgl. Fig. 5. Bei Zimmerwärme bestehen Legirungen mit 0 bis h % des Stoffes B sowohl wie Legirungen mit k bis 100 % des Bestandtheils B aus je einer einzigen Phase. Legirungen dagegen mit Gehalten an B zwischen

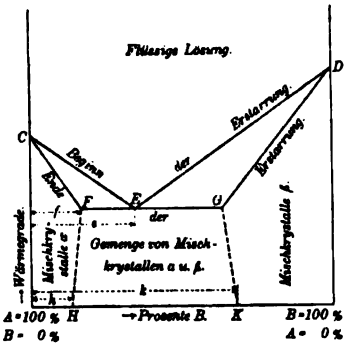
[1]) Bakhuis Roozeboom. Zeitschr. phys. Chem. 1899. 30. S. 385 Erstarrungspunkte der Mischkrystalle zweier Stoffe.

h und k % sind gebildet aus zwei festen Phasen. Für das Kleingefüge gilt Folgendes: Bei Gehalten von 0 bis h % B wird es gebildet aus Krystallen eines einzigen Gefügebestandtheils α, dessen Zusammensetzung je nach dem Gehalt der Legirung an B zwischen 0 und h % dieses Stoffes wechselt. Ebenso bestehen Legirungen von k bis 100 % B aus einem einzigen Gefügebildner β. Legirungen mit h bis k % B werden aus zwei Gefügebestandtheilen α und β aufgebaut, deren Gehalte an B bezw. h und k % betragen. Bis jetzt stimmt das Kleingefüge überein mit den nach Erstarrungsart 4 festgewordenen Legirungen. Der Unterschied liegt



Erstarrungsart 4 nach Bakhuis Roozeboom.
C: Erstarrungspunkt des reinen Stoffes A.
D: Erstarrungspunkt des reinen Stoffes B.

Fig. 4.



Erstarrungsart 5 nach Bakhuis Roozeboom.
C: Erstarrungspunkt des reinen Stoffes A.
D: Erstarrungspunkt des reinen Stoffes B.

Fig. 5.

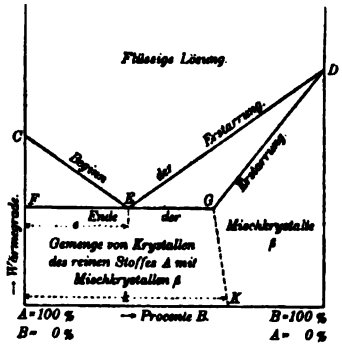
jedoch in der besonderen Anordnung der beiden Gefügebestandtheile α und β bei Legirungen nach Erstarrungsart 5 mit Gehalten zwischen h und k % B. Die eutektische Legirung mit e % B erstarrt ähnlich wie die reinen Stoffe C und D bei einem bestimmten Wärmegrad, während die Erstarrung aller übrigen Legirungen sich allmählich zwischen zwei verschiedenen Grenzwärmegraden vollzieht. Das Gefüge dieser eutektischen Legirung besteht erfahrungsgemäß aus einer äußerst innigen Mischung der beiden Gefügebildner α und β, der sogenannten eutektischen Mischung, welche sich unter dem Mikroskop leicht zu erkennen giebt. Legirungen mit h bis e % des Stoffes B bestehen aus Krystallen des Gefügebildners α, welche in der eutektischen Mischung e eingelagert sind. Mit steigendem Gehalt an B nimmt die Menge der Krystalle von α ab, während die Menge der eutektischen Mischung e steigt, bis bei e % das ganze Gefüge lediglich aus eutektischer Mischung besteht. Bei weitersteigendem Gehalt an B von e bis k % zeigen sich in die eutektische Mischung e eingebettet Krystalle des Gefügebildners β, dessen Menge wiederum wächst, bis bei k % die Menge der eutektischen Legirung gleich Null geworden ist. In der Regel faßt man die eutektische Mischung e als besonderen Gefügebestandtheil auf, so daß in Legirungen mit h bis k % an B drei Gefügebildner auftreten, welche aber nur zwei verschiedenen festen Phasen entsprechen. Die Begründung der angegebenen Gefügeverhältnisse geht unmittelbar aus den Schaubildern hervor. Näher darauf einzugehen, ist hier nicht bezweckt.

Als besonderen Fall der Erstarrungsart 5 erhält man den in Fig. 6 abgebildeten. Man hat hierbei nur in Schaubild 5, $h = o$, d. h. die Löslichkeit des Stoffes B in A ist nach dem Erstarren gleich Null zu setzen. Das Gefüge besteht bei Gehalten an B von 0 bis e % aus Krystallen des reinen Stoffes A eingebettet in eutektischer Mischung e. Bei e % ist nur eutektische Mischung e vorhanden. Von e bis k % wird das Gefüge gebildet aus der eutektischen Mischung e und eingebetteten Krystallen des Gefügetheils β mit k % B. Oberhalb

k % ist nur noch ein Gefügetheil β vorhanden, dessen Gehalt an B zwischen k und 100 % wechseln kann.

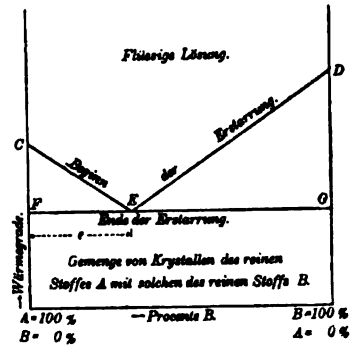
In dem in Fig. 7 abgebildeten Falle 5^b endlich ist die gegenseitige Löslichkeit der Stoffe A und B nach der Erstarrung gleich 0. Als Gefügebestandtheile treten die reinen Stoffe A und B selbst auf. Bei e % an B bilden sie beide die eutektische Mischung e. Bei geringerem Gehalt an B liegen in e eingebettet Krystalle von A, bei höheren Gehalten dagegen Krystalle von B.

Aus dem über die möglichen Arten der Erstarrung Gesagten folgt, daß, falls nicht nach der Erstarrung noch besonders verwickelte Vorgänge eintreten, die Bestimmung des Erstarrungsschaubildes auf pyrometrischem Wege und die Ermittelung des Kleingefüges der



Erstarrungsart 5a.

Fig. 6.



Erstarrungsart 5b.

Fig. 7.

erstarrten Legirungen mit wechselnder Zusammensetzung genügen, um über den inneren Aufbau der festgewordenen Legirungen Aufschluß zu erlangen. Dieser Weg ist für die beiden Stoffe Kupfer und Sauerstoff eingeschlagen worden.

Bereits eine oberflächliche mikroskopische Voruntersuchung an bei der Kupferraffination abgefallenen Kupferproben mit verschieden hohen Gehalten an Kupferoxydul zeigte, daß die Legirungsreihe Kupfer—Kupferoxydul der Erstarrungsart 5, bezw. 5^a und 5^b zuzuzählen ist. Dies wurde durch die Beobachtung der Erstarrungshitzen auch thatsächlich bestätigt.

Die Ermittelung der Erstarrungspunktskurve wurde nur auf Legirungen bis zu einem Höchstgehalt von 9 Gewichtsprocent an Kupferoxydul beschränkt, weil oberhalb dieses Gehaltes bereits starke Oxydationserscheinungen eintreten können, und außerdem die benutzten Legirungen genügten, um festzustellen, welchem der Schaubilder Fig. 1 bis 6 die Erstarrung kupferoxydulhaltigen Kupfers entspricht. Legirungen mit höheren Gehalten an Oxydul haben praktisch keine Bedeutung; auch vom wissenschaftlichen Standpunkt aus dürfte ihre Untersuchung nur geringen Werth besitzen.

Die Schmelzung der Mischungen aus Kupfer und Kupferoxydul erfolgte in Graphittiegeln, welche mit einem Einsatz aus Biskuitporzellan versehen waren, sodaß Kupferoxydul und Graphit nicht in Berührung kommen und Reduktion nicht eintreten konnte. Nur Schmelze Nr. 29, mit dem niedrigsten Oxydulgehalt wurde unmittelbar im Graphittiegel erzeugt, um eben ein möglichst oxydulfreies Material zu erzielen. Die Beschickung des Tiegels war durchweg 450 g Kupfer in Form von Drahtabschnitten, und die entsprechende Menge Kupferoxydul in Pulverform. Um ein vorzeitiges Verschlacken des letzteren mit der Biskuiteinlage zu vermeiden,

wurde das Kupferoxydul in die Mitte der Beschickung gebracht, sodaß es möglichst weit weg lag von den Tiegelwänden und von der Oberfläche. Die Beschickung wurde mit keiner Deckschicht versehen. Die Tiegel wurden mit Chamottedeckeln von geringer Wandstärke bedeckt, die sich leicht nach Beendung der Schmelze abschlagen ließen. Die Schmelzung geschah in einem mit Leuchtgas und Gebläseluft betriebenen Ofen der Firma Otto Schober, Berlin. Die Drähte des Thermoelementes c c′ (s. Fig. 8) waren durch ein dünnes Porzellanröhrchen b, welches über einen der Drähte geschoben war, isolirt. Passende Röhrchen b mit einem äußeren Durchmesser von 4 bei einer lichten Weite von $1^1/_2$ mm, werden von der Königl. Porzellanmanufaktur besonders für die Zwecke der physikalisch-technischen Reichsanstalt hergestellt und vorräthig gehalten. Dasselbe gilt von dem Porzellanschutzrohr a, das bei einem äußeren Durchmesser von 9 mm eine lichte Weite von 5 mm besitzt. d d ist eine Klemme, welche das Schutzrohr a fest in seiner Lage hält. Die Kaltverbindung der Drähte c c′ wurde auf 0 C° gehalten. Während des Einschmelzens der Beschickung wurde Rohr a durch einen untergestellten Bunsenbrenner auf 800—900 C° erhitzt gehalten. Der aus dem Ofen entnommene Tiegel wurde nach Entfernung des Brenners auf die Steinunterlage g unter dem Rohr a aufgestellt. Die Unterlage g befand sich in solcher Entfernung von dem unteren Ende des Rohres a, daß der Tiegel bequem unter dieses geschoben werden konnte; sodann wurde der Tiegel mit seiner Unterlage g rasch gehoben und während der Abkühlungsdauer, solange es die noch flüssige Masse gestattete, leicht geschwenkt. Die Temperaturablesung geschah an einem Siemensschen Zeigergalvanometer, wie es für pyrometrische Zwecke geliefert wird. 1 Theilstrich entspricht 10 C°; die saubere Skalentheilung dieser Instrumente und die zweckmäßige Gestalt des Zeigers gestatten, noch einzelne Grade zu schätzen. Anfangs wurde von 10 zu 10° abgelesen und die zu jeder Ablesung gehörige Zeit mit einer gewöhnlichen Taschenuhr mit Sekundenzeiger von einem zweiten Beobachter festgestellt. Später wurde dies umständliche Verfahren aufgegeben und von nur einem Beobachter die Bewegung des Galvanometerzeigers verfolgt. Der Beginn des langsameren Temperaturabfalls bei Beginn der Erstarrung und namentlich das Ende der Erstarrung ließen sich dabei mit voller Schärfe erkennen und zwar weit sicherer als es bei dem umständlicheren Verfahren mit gleichzeitiger Galvanometer- und Zeitablesung aus der nach den Beobachtungen aufgezeichneten Schaulinie möglich war. Bei mehreren Schmelzen wurde die Abkühlung bis auf 500 C° herunter verfolgt; unterhalb 1084° war aber in keinem Falle eine Unregelmäßigkeit in der Abkühlung, welche auf Vorgänge unterhalb des Erstarrungsbereichs schließen ließe, bemerkbar.

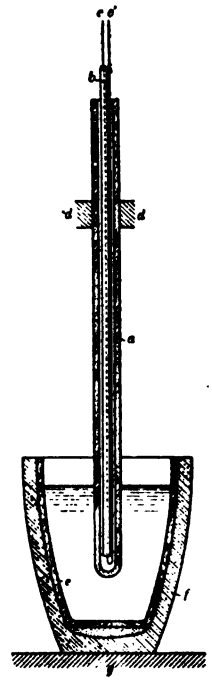


Fig. 8.

Die Ergebnisse der Versuchsreihe sind in Tabelle 1 und Schaubild Fig. 9 zusammengestellt. Die in Spalte 1 der Tabelle aufgeführten Versuchsnummern sind in Figur 9 zu den einzelnen Beobachtungspunkten beigeschrieben. Es war nicht angängig, die aus den Spalten 2 und 3 der Tabelle berechneten Procentgehalte der Beschickung an Kupferoxydul dem schließlichen Gehalt an diesem Körper in der Schmelze gleichzusetzen, da während des Schmelzvorganges Verschlackung von Kupferoxydul einerseits, und Neuaufnahme von Sauerstoff

Tabelle 1.

1. Nummer des Versuchs	2. Beschickung des Tiegels: Kupfer g	3. Beschickung des Tiegels: Kupferoxydul g	4. Art des verwendeten Tiegels	5. Beobachtungen am Galvanometer während der Abkühlung	6. Durch Analyse ermittelter Gehalt an Cu_2O %	7. Beginn der Erstarrung bei C°	8. Ende der Erstarrung bei C°
29	450	0	Graphittiegel ohne Einsatz	Ausgeprägter Stillstand bei 1102 C°. Sonst nichts Besonderes bemerkbar.	0,08	1102	—
37	450	?	Graphittiegel mit Einsatz	Längerer Stillstand bei 1095 C°. Von da ab langsames Sinken bis 1083 C°, sehr rasches Steigen auf 1085 C° und daselbst längerer Stillstand. Darauf anfangs einige Grade langsameres, dann sehr schnelles Absinken.	1,16	1095	1085
31	450	9,0	Desgl.	Beginn des langsameren Absinkens bei 1089 C°; Stillstand bei 1086 C°, dann sehr allmähliches Abfallen bis 1083 C°, darauf plötzliches Steigen bis 1084 C°. Daselbst längerer Stillstand. Darauf anfangs einige Grade langsameres, dann sehr schnelles Absinken.	1,75	1089	1084
32	450	18,0	Desgl.	Sank auf 1082 C°, ohne daß vorher ein Stillstand oder eine Verzögerung beobachtbar war. Plötzliches Steigen auf 1084 C°, dort längerer Stillstand. Von da an einige Grade langsamer, später sehr schneller Abfall.	3,5	—	1084
33	450	22,5	Desgl.	Sank auf 1076 C°, ohne daß vorher Stillstand oder Verzögerung beobachtbar war. Plötzliches Steigen auf 1084 C°; dort längerer Stillstand. Von da an einige Grade langsamer, später sehr schneller Abfall.	3,4	—	1084
34	450	27	Desgl.	Beginn des langsameren Absinkens bei 1116 C°, von da ab sehr langsamer Abfall bis 1076 C°, plötzliches Steigen auf 1084 C°; dort längerer Stillstand. Dann anfangs einige Grade langsamer, dann aber sehr rascher Abfall.	4,7	1116	1084
35	450	40,5	Desgl.	Beginn des langsameren Absinkens bei 1149 C°, sehr langsames Absinken bis 1077 C°; plötzliches Steigen auf 1084 C°; dort längerer Stillstand. Daraufhin anfangs einige Grade etwas langsameres, dann aber sehr rasches Abfallen.	6,3	1149	1084
36	450	60,0	Desgl.	Beginn des langsameren Absinkens bei 1186 C°. Allmähliches Sinken auf 1079 C°, plötzliches Steigen auf 1084 C°; dort längerer Stillstand. Daraufhin einige Grade langsameres, dann sehr rasches Abfallen.	9,0	1186	1084

aus den Ofengasen eintraten. Es wurden deswegen die Kupferoxydulgehalte nach Hampes Verfahren durch Reduktion im Wasserstoffstrom und Bestimmung des Gewichtsverlustes ermittelt. Dieses Verfahren der Kupferoxydulbestimmung im Kupfer ist vorläufig das beste, wenn es auch nicht völlig einwandsfrei ist. Durch die in „Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure", 1900, Heft 14 und 16 mitgetheilten Beobachtungen der Versuchsanstalt ist es höchst wahr-

scheinlich gemacht, daß Kupfer bei Rothgluth Wasserstoff aufnimmt und auch nach darauffolgendem Glühen im Kohlensäurestrom nicht wieder abgiebt. Sollten weitere Untersuchungen dies bestätigen, so würde nach Hampes Verfahren der Gewichtsverlust nach der Reduktion um das Gewicht des aufgenommenen Wasserstoffs, mithin auch der Kupferoxydulgehalt zu niedrig gefunden. Versuche, das bei der Reduktion des oxydulhaltigen Kupfers gebildete Wasser unmittelbar nach Absorption durch Phosphorsäureanhydrid zur Wägung zu bringen, scheiterten völlig an dem Umstand, daß das Phosphorsäureanhydrid verschiedenes Absorptionsvermögen gegenüber den verschiedenen übergeleiteten Gasen, Luft, Kohlensäure, Wasserstoff, aufweist und trotz sehr langer Durchleitungsdauer stets Gewichtsabnahme zeigt. Es muß noch bemerkt werden, daß ein Abdecken der Schmelzen durch Kohle oder Salzdecken vermieden wurde, um nicht etwa Nebeneinflüsse zu erhalten, die auf das Pyrometer einwirken konnten. Es war infolgedessen eine gewisse Zunahme des Sauerstoffgehaltes von der Oberfläche her aus der Luft bei der Erkaltung nicht zu vermeiden. Um den Einfluß dieser Fehlerquelle möglichst zu beseitigen, wurden die Analysenspähnchen für die analytische Kupferoxydulbestimmung über den ganzen Längsschnitt der Blöckchen mit Ausnahme der obersten Schicht von 10 mm Dicke entnommen. Dadurch wurde ein Werth des Kupferoxydulgehaltes ermittelt, welcher dem Gehalt des unmittelbar die Warmlöthung des Thermoelementes umgebenden Kupfers nahe kommt.

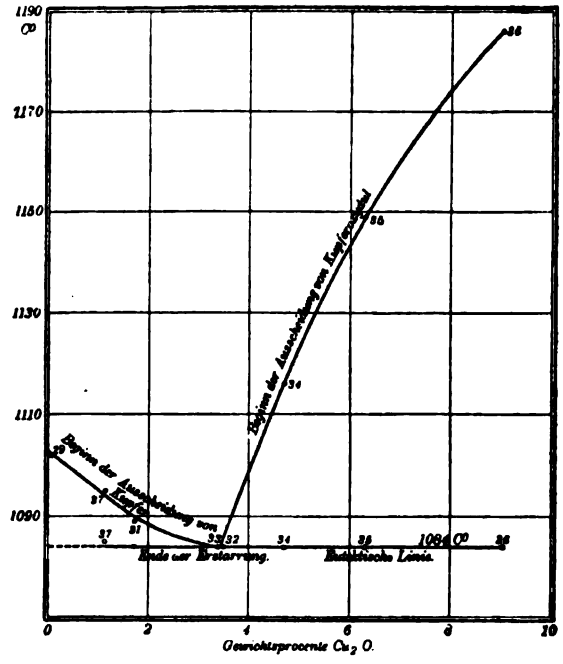


Fig. 9.

Die so gewonnenen Werthe des Kupferoxydulgehaltes sind in Tabelle 1, in Spalte 6 eingetragen und in Figur 9 als Abscissen eingezeichnet worden. Die während der Erkaltung der Schmelzen am Galvanometer beobachteten Erscheinungen sind in Spalte 5 der Tabelle beschrieben. Bei den Schmelzen Nr. 29, 32 und 33 geschah die Erstarrung mit einem Male, während bei den übrigen Schmelzen ein allmähliches Erstarren eintrat. Besonders deutlich war dies beobachtbar bei den Schmelzen 34 bis 36, welche zwischen den beiden in Spalte 7 und 8 der Tabelle angegebenen Wärmegraden dickflüssig und schließlich breiartig wurden, bis das Schwenken des Tiegels allmählich unmöglich war. Einen eigentlichen Erstarrungspunkt zeigten somit nur das nahezu oxydulfreie Kupfer Nr. 29 und die beiden Legirungen 32 und 33 mit bezw. 3,5 und 3,4 % Kupferoxydul. Die letzteren beiden sind als der eutektischen Legirung sehr nahestehend zu betrachten. Der Erstarrungspunkt dieser Legirung bei 1084° trat bei sämmtlichen anderen Schmelzen mit Ausnahme von Nr. 29 als untere Grenze der Erstarrung sehr deutlich auf. Meist zeigte sich hierbei eine Neigung zur Ueberschmelzung, was aus dem Sinken des Galvanometers unterhalb 1084° und dem nachherigen plötzlichen Steigen auf diesen Wärmegrad und dem längeren Verweilen bei demselben hervorgeht. Gerade

dieser Umstand gestattet das Ende der Erstarrung bei den kupferoxydulhaltigen Legirungen mit äußerster Schärfe zu erkennen, sodaß man diesen Hitzegrad geradezu als Fixpunkt für pyrometrische Zwecke verwenden kann. In Tabelle 1 sind in Spalte 7 diejenigen oberen Wärmegrade eingetragen, bei denen wie im Falle der Schmelze 29 Erstarrung eintrat, oder, wie bei den anderen Schmelzen, das regelmäßige Absinken des Galvanometerzeigers plötzlich verlangsamt wurde. Diese Wärmegrade sind als Beginn der Erstarrung zu betrachten. In Spalte 8 der Tabelle sind die, wie bereits erwähnt, sehr scharf ausgeprägten Endpunkte der Erstarrung eingeschrieben, welche bei den der eutektischen Legirung nahestehenden Schmelzen auch gleichzeitig mit dem Anfangspunkt der Erstarrung zusammenfallen. In Schaubild Fig. 9 sind alle diese erwähnten Wärmegrade als Ordinaten aufgetragen und die zusammengehörigen Punkte durch Schaulinien verbunden. Aus der Figur geht hervor, daß bis zu dem Gehalt der eutektischen Legirung an Kupferoxydul, nämlich 3,4—3,5 %, der Beginn der Erstarrung herabgedrückt wird von etwa 1103 auf 1084 C°. Bei Ueberschreiten dieses Kupferoxydulgehaltes dagegen wird der Beginn der Erstarrung erheblich nach oben gerückt.

Für die absoluten Werthe der mitgetheilten Wärmegrade kann Verfasser nicht volle Gewähr übernehmen, da die Versuchsanstalt zur Zeit keine Einrichtung besitzt, um die Thermoelemente jederzeit selbst nachprüfen zu können. Das verwendete, schon sehr lange in starker Benutzung gewesene Thermoelement, dessen Schenkel mit der Länge der Zeit erhebliche Verkürzung erlitten hatten, wurde in Ermangelung einer besseren Prüfungsmöglichkeit mit einem vor nicht zu langer Zeit in der physikalisch-technischen Reichsanstalt geaichten, wenig benutzten Thermoelement verglichen. Es wurde dabei festgestellt, daß das bei obigen Versuchen benutzte kurze Element bei den hier in Frage kommenden Wärmegraden um 6 C° zu hoch liegende Angaben machte. Bei den in Tabelle und in Schaubild Fig. 9 eingetragenen Werthen ist die entsprechende Berichtigung bereits angebracht. Für die relativen Werthe der angegebenen Wärmegrade glaubt Verfasser Gewähr übernehmen zu können, weil alle Versuche mit gleichen Instrumenten und unter ganz gleichen Verhältnissen angestellt wurden. Es wäre somit wünschenswerth, wenn die Erstarrungsversuche von einer Seite wiederholt würden, die über die nöthigen Einrichtungen verfügt, um auch die absoluten Werthe der Wärmegrade sicher feststellen zu können. Als Vergleichspunkt mit meinen Versuchen kann dann der deutlich ausgeprägte untere Erstarrungspunkt (1084 C°) gut verwendet werden. Es ist dies von besonderer Wichtigkeit, da es dazu führen würde, einmal den noch immer nicht mit Sicherheit ermittelten Erstarrungspunkt des reinen Kupfers festzustellen.

Nach meinen Angaben liegt dieser etwa bei 1103 C°, während der früher von der physikalisch-technischen Reichsanstalt angegebene Werth[1]) 1082 C° dem von mir beobachteten Erstarrungspunkt der eutektischen Legirung 1084 C° nahe kommt. Neuerdings[2]) macht die physikalisch-technische Reichsanstalt folgende Angabe: „Kupfer weist sowohl in reducirender wie in oxydirender Atmosphäre einheitliche Schmelzpunkte auf, von denen der letztere fast mit der Goldschmelzhitze zusammenfällt, während der des sauerstofffreien Metalls um 20° höher liegt." Damit würde der Schmelzpunkt des Kupfers in oxydirender Atmosphäre, also des oxydulhaltigen Kupfers, welcher übrigens nur bei einem Gehalt an 3,4—3,5 % Oxydul ein einheitlicher ist, wie aus Fig. 9 hervorgeht, nahe bei 1072 C° liegen. Gemeint ist hier wahrscheinlich der untere Erstarrungspunkt der oxydulhaltigen Legirungen, der nach meinen

[1]) „Anal. Phys. Chem." 47. S. 107. Holborn und Wien. Ueber die Messung hoher Temperaturen.
[2]) „Z. f. Instrumentenkunde." 1900. 20. S. 143. Thätigkeitsbericht der Physik.-Techn. Reichsanstalt.

Versuchen bei 1084 C° liegt. Es ist wohl zu erwarten, daß nach Aufklärung der Verhältnisse bei der Erstarrung kupferoxydulhaltigen Kupfers durch die vorliegende Arbeit Einigkeit über die beiden Fixpunkte: Erstarrungspunkt des oxydulfreien Kupfers und Endpunkt der Erstarrung bei sämmtlichen oxydulhaltigen Legirungen erzielt wird. Sind, worüber ich nicht unterrichtet bin, Holborn und Wien) bei ihrer Schmelzpunktsbestimmung des Kupfers, wie sie es bei anderen Metallen mit Erfolg gethan haben, so vorgegangen, daß sie Kupfer als Zwischenstück zwischen den beiden Drähten des Thermoelementes nach Fig. 10 einschalteten und den Wärmegrad bestimmten, bei welchem durch Abschmelzen Stromunterbrechung eintrat, so mußten sie bei Erhitzung an der Luft oder in lufthaltiger Umgebung unbedingt zu dem Schmelzpunkt der eutektischen Legirung (1084 C°) gelangen, statt zum Schmelzpunkt des reinen Kupfers. Beim Erhitzen der in Fig. 10 schematisch dargestellten Anordnung überzieht sich das Kupfer mit Kupferoxydul, dessen Schicht punktirt angedeutet ist. Das Kupferoxydul und das Kupfer können bis zu einem Wärmegrade von 1084 C° unverändert nebeneinander bestehen. Bei diesem Wärmegrade dagegen nimmt das Kupferoxydul Kupfer, oder was das Gleiche ist, Kupfer Kupferoxydul auf, bis örtlich, d. h. an der Oberfläche des Kupferstücks, mithin auch bei den Punkten x und y die Zusammensetzung der eutektischen Legirung erreicht ist. Während dieser ganzen Zeit bleibt an diesen Stellen der Wärmegrad unveränderlich 1084 C°. Hat sich genügend eutektische Legirung gebildet, welche ja bei diesem Wärmegrade flüssig wird, so wird durch das Schmelzen bei x oder y die Leitung unterbrochen. Der angezeigte Wärmegrad ist aber nur der Schmelzpunkt der eutektischen Legirung, nicht derjenige des reinen Kupfers, welcher höher liegt.

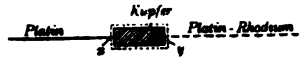


Fig. 10.

Das in Fig. 9 gegebene Schaubild gehört zur Art der in Fig. 5 bis 7 dargestellten Schaubilder. Die Erstarrung erfolgt also nach der Erstarrungsart 5 nach Bakhuis Roozeboom, bezw. nach den davon einen besonderen Fall bildenden Erstarrungsarten 5^a und 5^b. Es ist hierbei für Stoff A Kupfer und für Stoff B Kupferoxydul zu setzen. Die Lage des Punktes C ist zu 1103, diejenige des Punktes E zu 1084 C° ermittelt (Fig. 5). Die Lage des Punktes D ist nicht bekannt, dagegen der erste Theil der Linie E D. Der Gehalt der eutektischen Mischung e ergab sich zu 3,4—3,5 % Kupferoxydul. Die Lage der Punkte F, G, H und K ist noch unbestimmt. Von besonderer Wichtigkeit ist die Lage von H. Liegt H auf der Ordinatenaxe, so ist damit festgestellt, daß die Löslichkeit des festen Kupfers gegenüber Kupferoxydul bei Zimmerwärme gleich Null ist; liegt H in bestimmtem Abstand h von der Ordinatenaxe, so ist damit angedeutet, daß das feste Kupfer mit Kupferoxydul bei Zimmerwärme bis zu einem Höchstgehalt von h % an letzterem Mischkrystalle, also feste Lösung zu bilden vermag. Die Bestimmung der Erstarrungspunkte nach dem angewendeten Verfahren kann über die genaue Lage von F und H keinen sicheren Aufschluß gewähren. Das Ende der eutektischen Linie in Fig. 9 kann erheblich weiter links liegen als in Fig. 9 gezeichnet. Mit sinkendem Gehalt an Kupferoxydul nimmt die Menge des bei 1084 C° erstarrenden Mutterlaugenrestes ab; die dabei freiwerdende Wärmemenge kann so geringfügig werden, daß sie sich der Beobachtung entzieht.

Aufschluß hierüber vermag die mikroskopische Beobachtung zu liefern, welche auch sonst von Wichtigkeit ist, weil sie die von Bakhuis Roozeboom aus den Schaubildern 5, 5^a, 5^b auf theoretischem Wege abgeleiteten Schlüsse bestätigt und unmittelbar der Beobachtung durch das Auge zugänglich macht. Die Gefügebilder der der Tabelle 1 und dem Schaubild

Fig. 9 zu Grunde gelegten Legirungen sind auf Tafel IV, in den Lichtbildern 1—7 in 123facher Vergrößerung wiedergegeben. Sie entsprechen ebenfalls wie die Analysen Stellen in der Nähe der im erstarrenden Blöckchen belegenen Warmverbindung des Thermoelementes. Nach der Oberfläche zu war der Kupferoxydulgehalt meist ein etwas höherer, als er in den Abbildungen Taf. IV, 1—7 zum Ausdruck gelangt. Die Schliffe wurden in der üblichen Weise durch Schleifen auf mit Schmirgelpapier überzogenen Holzscheiben, und Nachpoliren auf einer mit Tuch bespannten Holzscheibe unter Anwendung von Roth und Wasser hergestellt. Sie gelangten unmittelbar in dem Zustand zur Beobachtung, wie sie aus der Werkstatt kamen, ohne daß ein feineres Nachpoliren oder eine Aetzung vorgenommen wurde. Die Sichtbarmachung des Gefüges bietet somit nicht die geringsten Schwierigkeiten. In sämmtlichen beobachteten Schliffen von Schmelzen mit 0,08 bis 9 % Kupferoxydul waren zwei durch ihre Farbe deutlich unterschiedene Gefügetheile entsprechend zwei verschiedenen festen Phasen sichtbar. Der eine a zeigt die Farbe des Kupfers, der andere b zeigt im auffallenden Lichte eine ausgesprochene himmelblaue Farbe. Die Menge des blauen Gefügebestandtheils wächst mit dem Gehalt der Legirung an Kupferoxydul. Er ist in Form rundlicher oder stäbchenartiger Einschlüsse in der Grundmasse des rothen Gefügebestandtheils eingesprengt. Die Härte der blauen Einschlüsse ist größer als diejenige der Grundmasse, sie stehen daher gegenüber dieser in Relief. Auffällig ist die blaue Farbe der Einschlüsse, da doch aus der Erstarrungskurve zu erwarten war, daß sie Kupferoxydul selbst, oder wenigstens kupferhaltige Kupferoxydulkrystalle sind, also die cochenillerothe Farbe dieses Körpers zeigen müßten. Behandelt man den Schliff mit einer ammoniakalischen Lösung von Kupferammonchlorid, so wird vorwiegend nur das Kupfer aufgelöst, die blauen Einschlüsse bleiben als hocherhabene Inseln stehen. Jetzt kann auch unter dem Mikroskop besonders bei starken Vergrößerungen am Rande der blauen Einschlüsse die kennzeichnende wundervolle cochenillerothe Färbung erkannt werden, welche durch schwach seitlich einfallendes Licht erzielt wird. Es deutet dies darauf hin, daß die Einschlüsse im zurückgeworfenen Licht blau (wenigstens mit Hinterlage von Kupfer), im durchfallenden Licht aber cochenilleroth aussehen.

Die Lichtbilder 1—7, Taf. IV sind so geordnet, daß sie steigenden Gehalten an Kupferoxydul entsprechen. Die Vergrößerung ist in allen Fällen die gleiche, 123. In Lichtb. 4 und 5, entsprechend den Legirungen mit nur einem Erstarrungspunkt und mit 3,4—3,5 % Kupferoxydul, besteht das ganze Gesichtsfeld aus einem innigen Gemenge der beiden Gefügebestandtheile a und b, das an den Perlit der Kohlenstoffeisenlegirungen erinnert, und die mikroskopischen Kennzeichen der eutektischen Mischung zeigt. Der Mikroskopiker ist gewöhnt, diese Mischung als besonderen Gefügetheil aufzufassen; er soll mit e bezeichnet werden. Bei den Legirungen unter 3,4—3,5 % Kupferoxydul, wie sie in Lichtb. 2 und 3 abgebildet sind, treten neben dieser innigen eutektischen Mischung e rundliche Krystalliten des rothen Gefügetheils a auf. Die Menge derselben wächst mit sinkendem Kupferoxydulgehalt; sie bilden in Lichtb. 1, Taf. IV bei 0,08 % Oxydul die Hauptmasse, zwischen der sich noch feine Adern der eutektischen Mischung e hinziehen. Uebersteigt der Oxydulgehalt 3,4—3,5 %, wie bei den in Lichtb. 6 und 7 abgebildeten Legirungen, so verschwinden die rothen Krystalliten des Gefügetheils a, an ihre Stelle treten größere Einschlüsse des blauen Körpers b[1]), die sich bei hohen Oxydulgehalten (Lichtb. 7) zu fingerförmigen Krystallgruppen zusammenschaaren. Das Gefüge läßt sich also kurz folgendermaßen kennzeichnen durch Tabelle 2.

[1]) Er erscheint in den Lichtbildern etwas dunkler als der rothe Bestandtheil a.

Tabelle 2.

Gehalt der Legirungen an Kupferoxydul %	Gefügebestandtheile	Vertheilung der Gefügebestandtheile
Spur bis 3,4 bezw. 3,5 %	a + e	Die Menge von e nimmt mit steigendem Oxydulgehalt zu, bis sie bei 3,4 % 100 % der Fläche einnimmt.
3,4 bis 3,5 %	Nur e	
3,5 bis x %	b + e	Zu e treten mit steigendem Gehalt wachsende Mengen des Gefügebestandtheils b hinzu.

Aus Lichtbild 1, Taf. IV ergiebt sich Genaueres über die Lage des Punktes H in Fig. 5 für den vorliegenden Fall. (S. weiter oben.) Da bei einem Gehalte von 0,08 % Kupferoxydul noch eutektische Mischung e sichtbar ist, so muß also, wenn überhaupt das Kupfer bei der Erstarrung Kupferoxydul in fester Lösung zu halten vermag, die Menge desselben weniger als 0,08 % betragen. Die geringe Menge der bei Legirung Nr. 29 mit 0,08 % Oxydul bei 1084 C° erstarrenden Mutterlauge von der Zusammensetzung der eutektischen Mischung entwickelt bei ihrem Festwerden nur geringfügige Wärmemengen, welche nach dem bei Feststellung von Fig. 9 verwendeten Verfahren außerhalb der Beobachtungsgrenzen lagen. Die mikroskopische Untersuchung vermag trotzdem noch, wie der vorliegende Fall zeigt, über die Fortsetzung der eutektischen Linie nach links Aufschluß zu geben, vermag also auch für physikalisch-chemische Untersuchungen Handhaben zu gewähren, was ich namentlich den Vertretern der physikalischen Chemie gegenüber betonen möchte, die diesem doch ebenfalls physikalisch-chemischen Untersuchungsverfahren gegenüber zumeist wohl noch recht kalt gegenüberstehen.

Aus der Lage von H, mit einer Abscisse h kleiner als 0,08 vermag man einen ungefähren Rückschluß zu ziehen auf die Lage des linken Endpunktes der eutektischen Linie F (Fig. 5). Die Aenderung der Löslichkeit entsprechend dem Verlauf von HF in Fig. 5 ist meist gering, so daß mit großer Wahrscheinlichkeit die Abscisse f des Punktes F auch unter 0,08 % Cu_2O liegt. Man kann sagen, daß das Kupfer bei der Erstarrung praktisch kein Oxydul in fester Lösung zurückhält, daß also der Gefügebestandtheil a als nahezu oxydulfreies Kupfer aufzufassen ist.

Bezüglich des Gefügebestandtheils b bleibt noch die Frage offen, ob er reines Kupferoxydul, oder eine feste Lösung von Kupferoxydul mit gewissen Mengen Kupfer entsprechend der Strecke 100—k in Fig. 6 ist. (Der Fall hätte sich höchstens durch Zusammenschmelzen von Kupferoxydul im Kohlensäurestrom mit geringen Mengen Kupfer und hinterheriger mikroskopischer Untersuchung entscheiden lassen, wobei es noch sehr zweifelhaft bleibt, ob dies praktisch durchführbar ist. Jedenfalls besitzt diese Frage weniger Wichtigkeit, als die, ob Kupfer nach dem Erstarren Cu_2O in fester Lösung zu halten vermag.)

Die Beobachtung des Gefügebildes vermag einen Ersatz zu liefern für die zeitraubende analytische Kupferoxydulbestimmung in Kupfer nach Hampe. Durch Schätzung oder planimetrische Messung ermittelt man z. B. in Lichtb. 2, Taf. IV den Procentgehalt der Fläche an eutektischer Mischung e. Beträgt derselbe beispielsweise 32 %, so würde man, da ja die eutektische Mischung e einem Gehalt an Cu_2O von 3,4 % entspricht, einen Kupferoxydulgehalt der Legirung von

$$32 \cdot 0{,}034 = \infty\ 1{,}1\ \%$$

erhalten. Selbstverständlich müßte man größere Gesichtsfelder, als die Lichtbilder auf Taf. IV bieten, zur Schätzung heranziehen. Das Verfahren, den Kupferoxydulgehalt durch vergleichende Schätzung mikroskopisch zu ermitteln, bietet gegenüber dem analytischen noch den Vortheil, daß man außer über die Menge an Kupferoxydul auch über dessen Vertheilung Aufschluß gewinnt, die unter Umständen auf die Festigkeitseigenschaften von größerem Einfluß sein kann, als erstere.

Ein Versuch soll noch Erwähnung finden, welcher weniger für den vorliegenden Fall, als allgemein von einiger Bedeutung ist. Es wird zuweilen zur Erklärung gewisser Erscheinungen, z. B. der Vorkommnisse bei der Härtung des Stahles, als unbestrittene Thatsache hingestellt, daß der oberhalb einer bestimmten Grenztemperatur zwischen zwei Zuständen bestehende Zustand durch Abschrecken festgehalten wird, daß also die bei der betreffenden Wärmegradsgrenze unter regelmäßigen Verhältnissen vor sich gehende Veränderung durch die Abschreckung hintenangehalten werden kann. Davon ausgehend, versuchte ich, ob durch Erhitzen z. B. der Legirung Nr. 37 mit 1,16 % Cu_2O bis zu einem zwischen 1095 und 1084 C° nahe bei 1095° belegenen Wärmegrade, und darauffolgendem Abschrecken die bei 1084 C° vor sich gehende Ausscheidung von Kupferoxydul verhindert werden, ob also bei raschem Abschrecken das Oxydul ganz oder theilweise in fester Lösung zurückgehalten werden könnte. Da das Thermoelement wegen der Legirungsgefahr nicht in die Probe eingeklemmt werden konnte, wurde kurze Zeit bei einem Wärmegrad von 1095—1100 C° erhitzt und sodann in Wasser abgeschreckt. Die Probe war noch nicht geschmolzen, es waren aber oberflächlich Knötchen ausgeseigert, welche sich unter dem Mikroskop als nahezu reine eutektische Legirung zu erkennen gaben. Es ist damit bewiesen, daß thatsächlich der Schmelzpunkt der eutektischen Legirung (1084 C°) überschritten war. Das Gefüge ist in Lichtbild 8, Taf. IV dargestellt. Es unterscheidet sich kaum von dem entsprechenden in Lichtbild 2. Höchstens haben sich die Einschlüsse zu etwas größeren Inselchen gesammelt. Von einer Verhinderung des bei 1084 C° eintretenden Vorgangs der Oxydulausscheidung kann also keine Rede sein. Es zeigt dies, daß die Verhinderung gewisser Zustandsänderungen im Material durch Abschrecken von einem Wärmegrad, welcher oberhalb des dieser Zustandsänderung entsprechenden Wärmegrades liegt, durchaus kein allgemein gültiges Gesetz ist, sondern von Fall zu Fall bewiesen werden muß. Vielleicht kann als Kennzeichen dafür, daß diese Verhinderung möglich ist, die Verschiebung des Wärmegrades der Zustandsänderung nach unten hin mit der Geschwindigkeit der Abkühlung dienen. Es gilt dies z. B. für den Punkt Ar_1 der Eisenkohlenstofflegirungen bei 690 C°, welcher nach Osmonds Untersuchungen mit der Abkühlungsschnelligkeit sinkt, wovon man sich leicht überzeugen kann. Ob es aber gilt für die Umwandlungen bei Ar_3 und Ar_2, und ob somit überhaupt ein Festhalten des Eisens im γ- und β-Zustand bei gewöhnlicher Temperatur durch Abschrecken möglich wird, ist demnach eine offene Frage.

Es ist noch eine Möglichkeit bezüglich der Deutung des Schaubildes Fig. 9 und des Gefügebestandtheils b offen, nämlich, daß dieser Gefügebestandtheil nicht Cu_2O, sondern eine Verbindung $Cu_2O \cdot xCu$ nach Art der wasserhaltigen Salze ist. Die Fortsetzung des Schaubildes für höhere Gehalte an Cu_2O, falls sie durchführbar wäre, müßte darüber aufklären. Da bisher eine Verbindung $Cu_2O \cdot xCu$ noch nie beobachtet worden ist, ist die besagte Möglichkeit an sich sehr unwahrscheinlich.

Der Vergleich der beobachteten Schmelzpunktserniedrigung durch geringen Zusatz von Kupferoxydul mit dem berechneten ergiebt gute Uebereinstimmung. Die Formeln von Raoult und van't Hoff ergeben für verdünnte Lösungen

$$t = E\frac{m}{M}, \qquad E = \frac{1{,}991\,T^2}{100\,w}$$

worin

t die Schmelzpunktserniedrigung des Kupfers durch m Procent gelösten Kupferoxyduls,
M das Molekulargewicht des Kupferoxyduls: 143,2,
E die molekulare Schmelzpunktserniedrigung,
T der Schmelzpunkt des Lösungsmittels in absolutem Maße;
w die Schmelzwärme des Lösungsmittels; für Kupfer nach Richards und Frazier[1]) 43,3.

Da der Erstarrungspunkt oxydulfreien Kupfers nicht bestimmt worden ist, wurde als Lösungsmittel die Legirung Nr. 29 mit 0,08 % Kupferoxydul aufgefaßt, und die oben angegebene Schmelzwärme von 43,3 Cal. auch dieser Legirung zugeschrieben, welcher Fehler wohl gegenüber der Unsicherheit des Werthes der Schmelzwärme wenig ins Gewicht fällt. Es ergiebt sich dann: $T = 1102 + 273 = 1375\,C^0$, und $E = 869{,}3$. Mithin für Legirung 37 mit 1,16 % Kupferoxydul:

$$t = \frac{1{,}16}{143{,}2} \cdot 869{,}3 = 7{,}0\,C^0 \text{ (berechnet)}$$

$$t = 1102 - 1095 = 7\ C^0 \text{ (beobachtet)}.$$

Ueber den Einfluß des Kupferoxydulgehaltes auf die Festigkeitseigenschaften des Kupfers hat Hampe werthvolle Untersuchungen veröffentlicht[2]). Er fand, daß „bei Gehalten von etwa 0,45 % Kupferoxydul das Kupfer nur eine geringere Zähigkeit, aber keine wesentlich geringere Dehnung als das reine Kupfer besitzt. Bei 0,9 % Oxydul machte sich ein geringer Einfluß auf die Dehnbarkeit in der Kälte geltend, bei Rothgluth aber nicht. Steigt der Gehalt auf etwa 2,25 % Oxydul, so hat die Dehnbarkeit sehr merklich abgenommen, ist aber immer noch etwa gleich der von gewöhnlichem Gußraffinad, also das Kupfer durchaus brauchbar. Rothbruch war nicht zu beobachten. In ausgeprägter Weise war derselbe aber, nach Beobachtungen an übergaaren Kupfern, bei Gehalten von etwa 6,7 % Oxydul vorhanden. Es macht das Kupferoxydul also weit stärker kalt- als rothbrüchig". Zur Frage der Einwirkung des Kupferoxyduls auf die mechanischen Eigenschaften des Kupfers möchte ich nur folgende gelegentlich gemachte Beobachtungen mittheilen.

Ein hartgewalzter oder -gezogener Kupferflachstab zeigte parallel zu der Längsrichtung zahlreiche linienartig angeordnete Einlagerungen von Kupferoxydul, die eutektische Mischung e war mit anderen Worten linienartig angeordnet. Der Oxydulgehalt wurde nicht ermittelt, betrug aber der Schätzung nach im Gesammtdurchschnitt erheblich weniger als derjenige von Schmelze 37, also weniger als 1 %. Oertlich dagegen war er in den Einlagerungen stark angereichert. Die ausgeglühten Stäbe ließen sich gut flach zusammenbiegen. Im ursprünglichen kaltbearbeiteten Zustand jedoch war die Biegungsfähigkeit im Vergleich zu gleichbehandeltem oxydulärmerem Kupfer auffallend gering. Das Material war, ähnlich wie es Fig. 11 veranschaulichen soll, nach den linienartigen Einschlüssen eutektischer Mischung e aufgeplatzt. Es zeigt sich hier, daß der Einfluß der Einschlüsse im

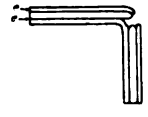


Fig. 11.

[1]) „Stahl und Eisen" 1894, 1./3.

[2]) „Zeitschrift Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preußischen Staate" 1874. 22. S. 94. Hampe. Beiträge zur Metallurgie des Kupfers.

geglühten Zustand nicht besonders hervortrat, daß aber im kaltbearbeiteten Zustande, in welchem das Formveränderungsvermögen der Kupferkrystalle an und für sich schon geringer ist, das Zwischenlagern des Fremdkörpers sich deutlich bemerklich macht.

Eine andere interessante Erscheinung zeigte ein dünnes Kupferröhrchen, welches in der Abtheilung für Oelprüfung der mechan. techn. Versuchsanstalt zur Dampfüberhitzung verwendet und mittelst Bunsenbrenners geheizt wurde. Der Schliff zeigte das in Lichtb. 9, Taf. IV in 123facher Vergrößerung abgebildete Aussehen. Bei Beurtheilung des Bildes ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Wandstärke des Röhrchens noch nicht einen Millimeter betrug, daher das Poliren erhebliche Schwierigkeiten bot. Deshalb sind auch die parallel laufenden Schleifrisse noch nicht entfernt. Durch die Hauptmasse des Kupfers ziehen sich dünne Adern von blauer Farbe hin, welche in ihren optischen Kennzeichen dem Gefügetheil b, also dem Kupferoxydul entsprechen. Die Stärke der Adern nahm nach der Außenseite des Rohres zu, was darauf hindeutet, daß sie durch Einflüsse von außen her entstanden sind. Im Gegensatz zu den aus dem flüssigen Zustand erhaltenen Legirungen des Kupfers mit Kupferoxydul ist letzteres nicht in Form der eutektischen Mischung, sondern als solches selbst in den Adern enthalten. Das Rohmaterial war durch die Oxyduleinlagerung so brüchig geworden, daß es zwischen den Fingern zerrieben werden konnte. Ein Versuch, durch tagelanges Erhitzen unterhalb 1000 C° an der Luft eine Probe Kupfer in den gleichen Zustand überzuführen, mißglückte, wie aus den Erscheinungen bei der Erstarrung vorauszusehen war. Es bildete sich zwar schnell eine dicke Schicht von Kupferoxydul auf der Oberfläche der Probe, die das Kupfer förmlich auffraß; aber ein Eindringen des Oxyduls in Form von Adern in das Innere des übrigbleibenden Kupfers war keineswegs erkennbar. Es bleiben zur Erklärung höchstens noch zwei Möglichkeiten offen; entweder wurde das Rohr zeitweilig oder örtlich bis 1084°, dem Schmelzpunkt der eutektischen Legirung erhitzt; oder, wenn die höchste Erhitzung niedriger war, dann muß unter der Einwirkung anderer Einflüsse die Rohrwand von Sprüngen durchsetzt worden sein, in welche der Sauerstoff der Heizgase eindrang und sie so mit Kupferoxydul ausfüllte. Vielleicht führen fortgesetzte Versuche noch zu einem greifbareren Ergebniß.

Zusammenfassung:

1. Die Erstarrung der Lösungen von Kupferoxydul in Kupfer erfolgt nach der Erstarrungsart 5, im besonderen nach Art 5^a oder 5^b nach Bakhuis Roozeboom. Die Löslichkeit des Kupfers gegenüber Kupferoxydul wird mit dem Uebergang aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand praktisch gleich Null. Nach der Erstarrung hat also eine Trennung zwischen Kupfer und Kupferoxydul stattgefunden; es bestehen zwei feste Phasen, reines Kupfer und kupferoxydulreicher Körper (aller Voraussicht nach Kupferoxydul selbst). Das reine Kupfer hat einen einheitlichen Erstarrungspunkt von 1103 C°[1]). Die eutektische Legirung mit 3,4—3,5 % Oxydul hat einen einheitlichen Erstarrungspunkt bei 1084 C°[1]). Alle übrigen Legirungen haben eine sich über mehrere Wärmegrade erstreckende allmähliche Erstarrung, deren unterer Endpunkt bei 1084 C° liegt. Der Beginn der Erstarrung wird durch das Kupferoxydul bis zu einem Gehalt von 3,4 % herabgedrückt, und bei weiter steigenden Gehalten wieder stark nach oben verschoben. Die Berechnung der Schmelzpunktserniedrigung nach der Raoult, van't Hoffschen Formel für verdünnte Lösung stimmt mit der Beobachtung überein.

[1]) Unter oben angegebenem Vorbehalt.

2. Abschreckung von zwischen Beginn und Ende der Erstarrung liegenden Wärmegraden kann die Festhaltung des Kupferoxyduls im Kupfer im gelösten Zustande bei gewöhnlichen Wärmegraden nicht bewirken.

3. Die zwei festen Phasen in den erstarrten Legirungen von Kupfer und Kupferoxydul vertheilen sich auf 3 Gefügeelemente: a. oxydulfreies Kupfer in Form rundlicher Krystalliten. b. Krystalliten von Kupferoxydul, von größerer Härte als Kupfer, von blauer Farbe im zurückgeworfenen und cochenillerother Farbe im durchfallenden Licht. c. Eutektisches Gemenge von a und b in feinster Vertheilung. Legirungen mit weniger als 3,4 % Oxydul bestehen aus a + e, solche mit 3,4—3,5 % dieses Körpers nur aus e, und solche mit noch höheren Gehalten aus b + e.

4. Die Beobachtung des Kleingefüges bietet Aussicht auf Ersatz der analytischen Kupferoxydulbestimmung durch die weniger zeitraubende Schätzung des Oxydulgehaltes unter dem Mikroskop, wobei gleichzeitig außer über die durchschnittliche Menge auch über die Vertheilung dieses Körpers in der Kupfermasse Aufschluß gewonnen wird.

Charlottenburg, 17. Febr. 1901.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Martens. — Verlag von Julius Springer in Berlin.

Druck von E. Buchbinder in Neu-Ruppin.

Phloroglucinreaction

bei Papieren mit geringem Holzschliffgehalt.

0,5 %

1 %

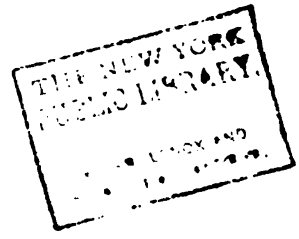
2 %

2,5 %

3 %

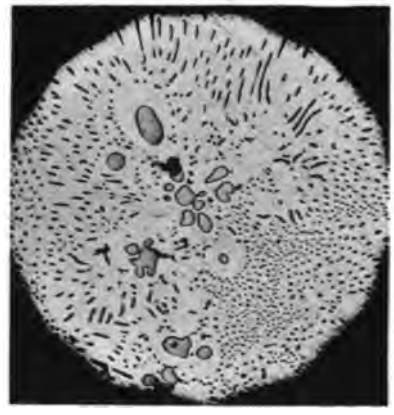
5 %

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

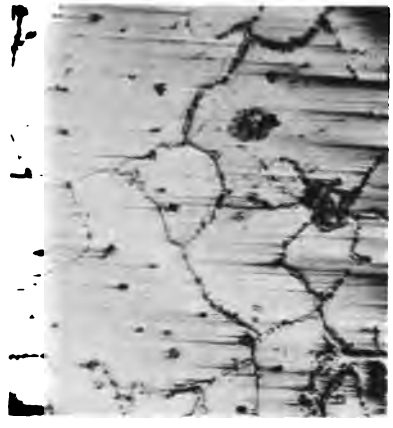

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

(3852) 3. $V = 128$.

(3854) 6. $V = 128$.



(2945) 9. $V = 128$.



THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

228227

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Achtzehnter Jahrgang: 1900.

Erstes Heft.

Mit 1 Tafel.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1900.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

Bekanntmachungen . . . . . 1 u. 56

1. Brandproben. Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary . . 1

2. Gesteinsuntersuchungen. Von demselben 24

3. Untersuchungen über den Angriff des Eisens durch Wasser. Vom Ingenieur E. Heyn 38

4. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg:

Prüfung gestrichener Aktendeckel 55

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Chemisch-technische
Untersuchungsmethoden.

Mit Benutzung der früheren
von Dr. Friedrich Böckmann bearbeiteten Auflagen,
und unter Mitwirkung von

C. Adam, L. Aubry, F. Barnstein, Th. Beckert, C. Bischof, O. Böttcher, C. Councler, K. Dieterich, K. Dümmler, A. Ebertz, C. v. Eckenbrecher, F. Erismann, F. Fischer, E. Gildemeister, R. Gnehm, O. Guttmann, E. Haselhoff, R. Henriques, W. Herzberg, D. Holde, W. Jettel, H. Köhler, E. O. v. Lippmann, J. Messner, C. Moldenhauer, G. S. Neumann, J. Pässler, O. Pfeiffer, O. Pufahl, G. Pulvermacher, H. Rasch, O. Schluttig, C. Schoch, G. Schüle, L. Tietjens, K. Windisch

herausgegeben
von

Dr. Georg Lunge,
Professor der techn. Chemie am Eidgenöss. Polytechnikum in Zürich.

Vierte, vollständig umgearbeitete und vermehrte Auflage.

In 3 Bänden.

Erster Band.
Mit 146 in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweiter Band.
Mit 143 in den Text gedruckten Abbildungen.

Preis beider Bände je M. 16,—; in Halbleder gebunden je M. 18,—.

(Band III wird etwa Mitte dieses Jahres zur Ausgabe gelangen.)

Inhalt des Werkes.

Band I. Allgemeiner Theil. Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Technische Gasanalyse. Prof. Dr. Ferd. Fischer, Göttingen. — Brennstoffuntersuchung. Prof. Dr. Ferd. Fischer, Göttingen. — Fabrikation der schwefligen Säure, Salpetersäure und Schwefelsäure. Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Sulfat- und Salzsäure-Fabrikation: Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Fabrikation der Soda: Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Die Industrie des Chlors: Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Kalisalze: Chefchemiker Dr. Tietjens, Leopoldshall. — Cyanverbindungen: Fabrikdirektor C. Moldenhauer, Frankfurt a. M. — Thonanalyse: Prof. Dr. Bischof, Wiesbaden. — Thonwaaren: K. Dümmler, Wilmersdorf. — Thonerdepräparate: Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Glas: Prof. C. Adam, Wien. — Die Mörtel-Industrie: Dr. C. Schoch, Berlin. — Die Luft: Prof. Dr. F. Erismann, Zürich. — Trink- und Brauchwasser: Prof. Dr. Erismann, Zürich. — Prüfung des Wassers für Kesselspeisung u. a. techn. Zwecke: Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Abwässer: Dr. E. Haselhoff, Münster i. W. — Boden: Dr. E. Haselhoff, Münster i. W.

Band II. Eisen: Direktor Dr. Th. Beckert, Duisburg. — Metalle ausser Eisen. Metallsalze: Prof. Dr. Pufahl, Berlin. — Künstliche Düngemittel: Dr. O. Böttcher, Möckern. — Futterstoffe: Prof. F. Barnstein, Möckern. — Explosivstoffe: O Guttmann, London. — Zündwaaren: Wladimir Jettel, Partenkirchen. — Gasfabrikation. Ammoniak: Dr. O. Pfeiffer, Magdeburg. — Calciumcarbid und Acetylen: Prof. Dr. Lunge, Zürich. — Industrie des Steinkohlentheers: Dr. H. Köhler, Worms. — Unorganische Farbstoffe: Prof. Dr. Gnehm, Zürich.

Band III. Petroleum, andere Mineralöle, Paraffin, Ceresin, konsistente Fette, Schmiermittel: Dr. D. Holde, Charlottenburg. — Fette, Oele, Wachse, Firnisse, Anstrichfarben, Seifen, Kerzen, Glycerin: Dr. R. Henriques, Berlin. — Harze, Drogen, Galenische Präparate: Dr. Karl Dieterich, Helfenberg b. Dresden. — Kautschuk, Guttapercha: Dr. R. Henriques, Berlin. — Aetherische Oele: Dr. E. Gildemeister, Leipzig-Gohlis. — Zucker: Direktor E. O. von Lippmann und Dr. G. Pulvermacher, Halle a. S. — Bier: Prof. Dr. L. Aubry, München. — Wein: Dr. K. Windisch, Geisenheim. — Stärke, Dextrin etc.: Prof. Dr. C. von Eckenbrecher, Charlottenburg. — Spiritus, Branntwein, Liqueure, Essig: Dr. Schüle und Dr. Ebertz, Hohenheim. — Gerbstoffe: Prof. Dr. Councler, Hann.-Münden. — Leder: Direktor Dr. Pässler, Freiberg i. S. — Papier: Abtheilungsvorsteher W. Herzberg, Charlottenburg. — Tinte: Dr. G. S. Neumann und Direktor O. Schluttig, Loschwitz-Dresden. — Organische Präparate: Dr. Messner, Darmstadt. — Weinsäure und Weinstein: Gewerberath Dr. Herm. Rasch. — Organische Farbstoffe und Ausgangsprodukte derselben; Prüfung der Gespinnstfasern, Appreturen: Prof. Dr. Gnehm, Zürich.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Sämmtliche Apparate
zur
Untersuchung von Mineralölen
empfehlen in bester Ausführung [1044]
Sommer & Runge,
Berthold Pensky Nachfolger,
BERLIN SW., Wilhelmstrasse No. 122.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Soeben erschien:

Die Steuerungen der Dampfmaschinen.

Von

Carl Leist,

Professor an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin.

Zugleich als vierte Auflage des gleichnamigen Werkes von Emil Blaha.

786 Seiten gr. 8° mit 391 in den Text gedruckten Figuren.

In Leinwand gebunden Preis M. 20,—.

Die Werkzeugmaschinen.

Von

Hermann Fischer,

Geh. Regierungsrath und Professor an der Kgl. Technischen Hochschule zu Hannover.

Erster Band.

Die Metallbearbeitungs-Maschinen.

Mit 1354 Figuren im Text und auf 46 lithographirten Tafeln.

In zwei Leinwandbände gebunden Preis M. 45,—.

Verdampfen, Kondensiren und Kühlen.

Erklärungen, Formeln und Tabellen
für den praktischen Gebrauch.

Von

E. Hausbrand,

Oberingenieur der Firma C. Heckmann in Berlin.

Mit 21 Figuren im Text und 76 Tabellen.

Zweite durchgesehene Auflage.

In Leinwand gebunden Preis M. 9,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Hierzu Beilagen von Carl Schleicher & Schüll in Düren (Rheinland) — Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin N.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Achtzehnter Jahrgang: 1900.

Zweites Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1900.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Bekanntmachung 57
2. Zur Frage des praktischen Werthes der sogenannten beschleunigten Raumbeständigkeitsproben. Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary 57
3. Normalpapiere. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg 73
4. Die Vorbehandlung des Papiers für die mikroskopische Untersuchung. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg 86
5. Ueber den Sicherheitsgrad und die Beurtheilung der Festigkeitsversuche nach den Normen für Cementprüfung. Vom Direktor, Professor A. Martens (Abdr. aus der Thonindustriezeitung 1900 S. 523) 91
6. Prüfung der Druckfestigkeit von Beton. Vom Direktor, Professor A. Martens 102
7. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg. Quittungskarten-Karton 105

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Achtzehnter Jahrgang: 1900.

Drittes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1900.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit von Seildrähten gegen Rosten. Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Prof. M. Rudeloff 107
2. Einwirkung von Pferdejauche auf Portland-Cement. Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung, Ingenieur M. Gary 129
3. Der Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf die Festigkeitseigenschaften des Papiers. Vom ständigen Mitarbeiter G. Dalén 133
4. Ueber den Einfluß von Si-Stoffzusatz auf das Abbinden von Portland-Cement. Vom ständigen Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung H. Burchartz 143
5. Die Unterscheidung und chemische Natur von dunklen, pechartigen Rückständen der Destillation von Erdölen, Fetten und Fettsäuren. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und dem ersten Assistenten Dr. J. Marcusson 147
6. Die Zähigkeitsbestimmung von Erdölrückständen auf dem Englerschen Apparat. Vom Abtheilungsvorsteher Dr. D. Holde und dem ständigen Mitarbeiter Dr. M. Stange 157
7. Veränderungen von Cementen in Bezug auf Abbindezeit. Vom Vorsteher der Abtheilung für Baumaterialprüfung M. Gary 160
8. Kleine Mittheilungen aus der Abtheilung für Papierprüfung. Vom Abtheilungsvorsteher W. Herzberg: Verstöße gegen Lieferungsbedingungen 169

301

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Achtzehnter Jahrgang: 1900.

Viertes Heft.

Mit 1 Tafel.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1900.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Bericht über die Thätigkeit der Königlichen technischen Versuchsanstalten im Rechnungsjahre 1899 . . 171
2. Erfahrungen mit Normalpapier. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung W. Herzberg . 188
3. Die Verwendbarkeit der Metallmikroskopie für die Prüfung der Werkzeugstähle. Vom Ingenieur E. Heyn 191
4. Traß und Traßmörtel. Von H. Burchartz, ständigem Mitarbeiter der Abtheilung für Baumaterialprüfung 203

INDEXED

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY. ASTOR, LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS.

Mittheilungen

aus den

Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu

Berlin.

Herausgegeben

im Auftrage

der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Achtzehnter Jahrgang: 1900.

Fünftes Heft.

Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1900.

Seit 1883 erscheinen

Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten

zu Berlin.

Herausgegeben im Auftrage der Königlichen Aufsichts-Kommission.

Jährlich 6—8 Hefte. — Preis für den Jahrgang M. 12,—.

Inhalt.

Seite

1. Holzfreie Papiere. Vom Vorsteher der Abtheilung für Papierprüfung, W. Herzberg 279
2. Einfluß der Wärme auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle. Vom stellvertretenden Direktor und Vorsteher der Abtheilung für Metallprüfung, Professor M. Rudeloff 293
3. Kupfer und Sauerstoff. Von Ingenieur E. Heyn 315

Verlag von Julius Springer in Berlin und R. Oldenbourg in München.

Soeben erschien:

Handbuch der elektrischen Beleuchtung.

Bearbeitet von

Joseph Herzog,
Vorstand der Abtheilung für elektrische Beleuchtung, Ganz & Comp., Budapest.

und

Clarence Feldmann,
Chefelektriker der Elektricitäts-Actiengesellschaft Helios, Köln a. Rh.

Zweite vermehrte Auflage.

Mit 517 Abbildungen.

In Leinwand gebunden Preis M. 16,—.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Eingriffsverhältnisse der Schneckengetriebe

mit

Evolventen- und Cykloidenverzahnung und ihr Einfluss auf die Lebensdauer der Triebwerke.

Ein Abriss der graphischen Untersuchung von Schneckenräderwerken für die Praxis und den Unterricht an technischen Lehranstalten

von **Ad. Ernst,**
Professor des Maschineningenieurwesens a. d. Königl. Technischen Hochschule Stuttgart.

Mit 77 Konstruktionsfiguren.

(Erweiterter Sonderabdruck aus der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure" 1900.)

In Leinwand gebunden Preis M. 4,—.

Konstruktion und Betriebsergebnisse von Fahrzeugmotoren für flüssige Brennstoffe.

Mit einem theoretischen Theil: Berechnung der Motorleistung und des Kraftbedarfes von Motorwagen und einem Anhang: Leistungsversuche an Fahrzeugmotoren.

Von **Hugo Güldner,** Oberingenieur
(Gerichts-Sachverständiger für Wärmemotoren und Kraftwagenwesen in Augsburg).

Mit 154 in den Text gedruckten Konstruktionsfiguren und Diagrammen.

(Erweiterter Sonderabdruck aus der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure" 1900.)

Preis M. 5,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Wissenschaftliche Abhandlungen
der
Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Band III.

Preis Mark 30,—.

INHALT.

Untersuchungen über die thermische Ausdehnung von festen und tropfbar flüssigen Körpern. Ausgeführt durch M. Thiesen, K. Scheel und H. Diesselhorst; mitgetheilt von M. Thiesen.
Bestimmung der Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes bei Temperaturen zwischen —12° und +25°, insbesondere bei 0°. Von M. Thiesen und K. Scheel.
Die Quecksilber-Normale der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für das Ohm (Fortsetzung I). Von W. Jaeger und K. Kahle.
Das elektrische Leitvermögen wässeriger Lösungen von Alkali-Chloriden und Nitraten. Von F. Kohlrausch und M. E. Maltby.
Untersuchung von Thermometern aus älteren Glassorten und Nachprüfung von Hauptnormalthermometern der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Von F. Grützmacher.
Wärmeleitung, Elektricitätsleitung, Wärmecapacität und Thermokraft einiger Metalle. Von W. Jaeger und H. Diesselhorst.
Ueber die Löslichkeit einiger Salze in Wasser. Arbeiten aus dem Chemischen Laboratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Von R. Dietz, R. Funk, J. v. Wrochem und F. Mylius.

Verzeichniss der Veröffentlichungen
aus der
Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

1887—1900.

Preis M. 2,—.

INHALT.

Denkschriften. — Berichte über die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, veröffentlicht in den Druckschriften des Deutschen Reichstags. — Wissenschaftliche Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. — Thätigkeitsbericht der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. — Prüfungsbestimmungen und Allgemeines. — Einzelne Veröffentlichungen, in zeitlicher Folge geordnet. — Namenregister.

Chemie der Seltenen Erden.

Von

Dr. J. Herzfeld und **Dr. O. Korn.**

Preis M. 5,—.

Inhalt: Einleitung (Charakteristik der seltenen Erden). I. Geschichtliches. II. Vorkommen der seltenen Erden, Beschreibung der Mineralien: Das Yttrium und seine Begleiter, Vorkommen der Ceritoxyde, Vorkommen von Thorium, Vorkommen des Zirkons. III. a) Methoden zur Gewinnung resp. Reindarstellung der seltenen Erden: Behandlung der Gadoliniterde, Behandlung des Cerits, Behandlung des Thorits, Behandlung des Zirkons; b) Die Darstellung der Metalle der seltenen Erden: Yttrium, Cerium, Lanthan, Didym, Thorium, Zirkonium. IV. Die chemischen Verbindungen der seltenen Erden: Yttrium, Erbium, Terbium, Ytterbium, Scandium, Decipium, Samarium, Cerium, Lanthan, Neodym und Praseodym, Didym, Thorium, Zirkonium. V. Chemische Analyse der seltenen Erden. Qualitative Analyse. Quantitative Analyse. Deutsche Reichs-Patente.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Hierzu eine Beilage der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer in Berlin und eine Beilage von Carl Schleicher & Schüll in Düren (Rheinland).